# 日本水產學會誌

第十六卷　第五號

# Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 16, No. 5, 1950

目　次



昭和二十五年

日　本　水　產　學　會

The Japanese Society of Scientific Fisheries

TOKYO

## CONTENTS

# アサクサノリの生活史に就いて
# 特に秋に立込んだヒビに最初に着く胞子の性質
# (海藻胞子付けの研究　第10報)*

## On the Life History of *Porphyra tenera*

須藤俊造　S. SUTO

(東海区水産研究所)

*Porphyra tenera* is edible red alga cultivated in Japan. In late September many twigs of bamboos are set in the sea. "Autumn spores" appear and fix themselves on the twigs and begin to develop. In winter plants grow thick. When spring comes, they decrease and the twigs are taken away. In late spring, some poor plantlets, less than several milimetre so called "summer plantlets" are found here and there, in late summer they are lost in sight.

Carpospores are formed sexually on the winter plants, while monospores are formed asexually on some of the young plants in autumn especially in November and also on summer plantlets.

It remains in doubt, where the autumn spores come from, i. e. whether they are monospores from survived summer plantlets or carpospores rested during spring and summer. To make clear the nature of this autumn spores, diameter of spores and thickness of young sporelings on bamboo twigs were measured in whole year and compared each other. The results are as follows.

1. Monospores from summer plantlets and also from autumn plants are all 15 $\mu$ in diameter (Fig. 1, C-F). Carpospores in winter are 11 $\mu$ (Fig. 1, B). Autumn spores are also 11 $\mu$. (Fig. 1, A).

2. By thickness, young sporelings can be divided in two groups. Sporelings from monospores in summer and also in late autumn are belong to thicker group (Fig. 3, II & IV) and those from autumn spores in early autumn to thinner group (Fig. 3, I), i. e. the latter must be originated from smaller spores, nothing but carpospores in previous winter.

These results show that, a greater part of the carpospores in winter rest during summer and appear again in early autumn and make origin of next winter plants. "Summer plantlets" may be in a side road of life history.

〔I〕

アサクサノリの生活史は多くの研究者によつて次才に明かにされて来たが，養殖上最も大切な秋の彼岸すぎに立込むヒビやアミに最初につく胞子はいつどこで出来てどこから来るかについて研究者の間に意見の一致を見ていない。

秋のヒビ立て時にはノリ場にノリの植物体がほとんど見られないのに，ヒビを立てるとノリが多数に発芽する。このノリの或もの(マルバ型に属するノリ[3,5,7])の幼時に無性的に単胞子が作られ繁殖する。その量は 11 月頃に最も多い[3,4,5]。更にノリは多に繁茂し，有性的に果胞子を作る。春にはノリの成長が衰え，産業的に成立たないのでヒビを抜きとるが，残つたヒビ等に初夏の頃までは長さ数 mm 程度の小さなノリが相当数認められ，之に単胞子ができる[2,7]。この小さなノリが「夏ノリ」で，これは

(昭和 25 年 3 月 13 日受理)
東海区水産研究所業績　才 20 号

盛夏にはほとんど消失してしまう。以上の経過は多くの人の観察の結果明らかにされた所である。

殖田[7]は，この「夏ノリ」の生残つたものから出る単胞子が秋に立込んだヒビに着くと考え，其の後の研究者にも之に賛成するものが多い[2]。之に対して国枝[3]は，冬に生じた果胞子が休眠越夏し，秋に現われてヒビに着くと報じ，新崎[1]も之に賛成した。

これ等の業績（特に夏ノリ說）に共通な欠陥は，秋のヒビに最初につく胞子の性質の検定が極めて不充分な点である。わずかに国枝がヒビについた発芽前の胞子を少数見出し，大きさ等から果胞子であると報じているが，其の後の追試もなく，一般に認められていない。この原因は，ヒビに着いた胞子はすぐに発芽するので発芽前のものが容易に見出せないためである。

著者は沈降法[4,5]を用いてヒビに着く前の海水中の胞子を採取観察することに成功し，又初期幼芽の太さから胞子の性質を識別することにも成功し，その結果秋のヒビに最初に着く胞子は「夏ノリ」から出る単胞子でなく，前冬の果胞子が休眠したものであることを確かめたのでその結果を次に報告する。

〔 II 胞子の大きさ 〕

材料・方法　これまでの研究によつて果胞子と単胞子の大きさが相当異ることが明かなので，東京湾各地のノリ場でいろいろの時期にいろいろの方法で得たノリの胞子の着生して円くなつた時の外径を測定比較した。用いた胞子を次に挙げる。

1. 秋のヒビ立て時にノリ場の海水から沈降法で検出したノリ胞子と認められるもの。坂田・長浦（千葉），本牧（横浜）。
2. 11 月にノリ場の海水から沈降法で検出した単胞子。浦安（千葉），深川（東京），本牧。
3. 春〜夏に夏ノリから放出された単胞子。姉ケ崎・浦安（千葉），本牧。
4. 10 月末にヒビ上のノリ幼芽から放出された単胞子。坂田・浦安・本牧・金沢（神奈川縣）。
5. 11 月後半に数 cm のノリから放出された単胞子。浦安・深川・本牧・金沢。
6. 冬のノリに生じた果胞子。各地。冬に果胞子を生じたノリの先から海でも，特に室内培養で大量に，あらゆる細胞即ち栄養細胞・卵・受精卵・之が分裂して 2 ケ，4 ケ及び 6 ケになつ細胞と，更に 8 ケに分裂して出来た果胞子が混つてくずれ出て来て，果胞子だけを識別出来ないので止むを得ず之等を全部測定した。

結　果　結果を才 1 図に示した。なお国枝及び殖田の結果を併記した。

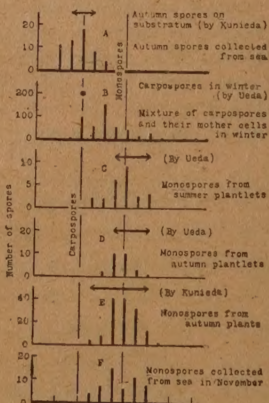


Fig. 1 Distribution of diameter of spores in various seasons.

考　察　単胞子は，夏ノリから出る単胞子（1 図 C）・10 月末の小さなノリから出る単胞子（1 図 D）・11 月末の長さ数 cm のノリから出る単胞子（1 図 E）及び 11 月末に海水から沈降法で検出した単胞子と認められるもの（1 図 F），何れも平均値径 15 $\mu$ と見ることが出来，13 $\mu$ 以下ではない（危険率 $\alpha=0.01$）。外囲条件，種類による差は認め得ない。之等は殖田・国枝の結果と一致する。

冬の果胞子及び一緒に出て来る細胞（1 図 B）の総平均値は 13 $\mu$ で，14 $\mu$ 以上ではない（$\alpha=0.01$）。果胞子以外の細胞は何れも果胞子よりははるかに大きいので，果胞子の直径は 13 $\mu$ より小さいことは明らかで，図から 11 $\mu$ と推定される。之は殖田と一致する。

秋のヒビ立て時にノリ場の海水から沈降法で見出されたノリ

の胞子と認められるもの（1 図 A）の平均直径は 11 μ で，13 μ 以上ではない（α=0.01）。藤山の愛知県での結果（未発表）も大体この値と一致している。この時期に海に 15 μ の胞子も出ているのに方法が悪いために見出し得ないのではないということは，同じ方法で 11 月には 15 μ の胞子が容易に検出されることから明かである。なお国枝がヒビ上に見出した発芽前の胞子も 11 μ であつた。

要するに，平均直径は単胞子は 15 μ，多の果胞子は 11 μ である。ヒビ立て時に最初にヒビに着く胞子も同じく 11 μ で，夏ノリからできた単胞子とは明らかに異り（α=0.01），多の果胞子とは差が見出せない。ノリには他の胞子は知られていないので，秋ヒビに着く胞子は前多の果胞子が休眠したものと考える外はない。

一つ問題が残る。ヒビ立て時に単胞子が見出せないことは確かであるが，見出された 11 μ のものがすべてノリ胞子であるという確証がない。少数のもの（著者 3 例，藤山 1 例）は培養の結果ノリの胞子であつたことを確認したが，測定したものがすべてノリの胞子とはいゝ切れない。この点を補うために，次にノリであることが確認される幼芽の太さを測定し，之から胞子の性質を推定する研究を行つた。

〔 III 幼芽の太さ 〕

材料・方法　初期の幼芽の太さは胞子の大きさに対応するという考えから，東京湾の各地の各時期の幼芽を測定した。材料は生のものも用いたが，便宜上主として 1 ケ月以上乾燥したものを海水にもどして間もなく用いた。もちろん両者は太さが異るので結果は別に整理した。1 ケ月～1 年の乾燥材料の太さには差が見出せなかつたのでこれらをまとめて取扱つた。

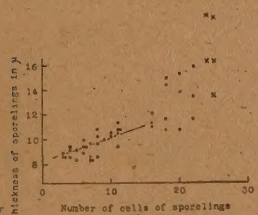



Fig. 2 Relation between number of cells and thickness of sporelings. (•) sporelings before longitudinal division and (×) after the division.

• 1 列の幼芽
× 2 列の幼芽

明らかに同種の胞子に由来すると見られる幼芽群の太さ（最も太い部分の直径）と縦の細胞数との関係を才 2 図に示す。幼芽は初め 1 列の細胞糸として伸長し，細胞数が或る数（form によつて一定の平均値を示す[5]）に達すると縦分裂を始めて 2 列となる。この 2 列になる少し前までは太さは細胞数の増加に伴つて少しづつ直線的に増大するので，この時期の幼芽のみについて測定を行つた。Form[5] による測定幼芽の細胞数の範囲（及び 1 列でも測定に用いない範囲）は次の如くである。Form 1, 1～3 (4～5). 2, 1～5 (6～10). 3, 1～7 (8～14). 4, 1～10 (11～16). 5, 1～12 (13～22). 6, 1～15 (16～28). 7, 1～20 (21～38). 2 ケ以上の form が混在するときには，両者に共通の範囲の幼芽のみを用いた。例えば form 2 及び 5 が混在するときには細胞数 1～5 及び 11～12 の幼芽のみを用いた。

測定の結果，幼芽の太さは明かに 2 群に分けられる。代表的な結果から求めた幼芽の太さ（μ）w と細胞数 n との関係は次の如くである。

A 群　$w=9.5+0.07\,n$　（生材料）　$w=8.4+0.07\,n$　（乾燥材料）

B 群　$w=11.8+0.08\,n$　（〃）　$w=9.8+0.08\,n$　（〃）

乾燥材料での棄却限界（危険率 α=0.01）を才 3 図に示す。これらの母群と測定結果とを推計学的に比較検討した。

結　果　各材料についての測定結果を $w=b_0+b_1 n$ で示すと，$b_1$ はどの材料にも差を認めない（α

=0.05)。$b_0$ についての検定結果は次の如くである。 1. ヒビ立て直後の10月上旬の幼芽。坂田・長浦・姉ケ崎・浦安（千葉），本牧・金沢（神奈川）。1947～1949。何れも $b_0$ はA群と差が認められない（$\alpha=0.20$）。B群とは明らかに区別される（$\alpha=0.01$）。 2. 12月初めの単胞子着生時期直後の幼芽。浦安（千葉），深川・羽田（東京），本牧・金沢（神奈川）。1947～1949。何れも $b_0$ は A群と明らかに区別される（$\alpha=0.01$）。B群とは差が認められない（$\alpha=0.20$）。浦安・深川・本牧の単胞子培養による幼芽も同じ結果を示した。 3. 5～7月の夏ノリの幼芽。浦安・金沢。1948～1949。ヒビを立てゝ半月以内の幼芽の $b_0$ は A群と差が認められず（$\alpha=0.20$），B群とは明かに区別される（$\alpha=0.01$）。立込後1ケ月以上のヒビの幼芽（この時期には数mmに成長したノリから単胞子の放出が見られる）の $b_0$ は A群と明かに区別され，（$\alpha=0.01$），B群とは差が認められない（$\alpha=0.20$）。

乾燥材料での結果をまとめて棄却限界（$\alpha=0.01$）と共に才3図に示した。

考察　秋の初めにヒビに生ずる幼芽は細いA群に属し，秋の末のは太いB群で両者は明か（$\alpha=0.01$）に区別出来る。後者はこの頃に多数形成放出される単胞子に由来することは，単胞子培養の結果も同じく太い群に属することから明かである。晩春～初夏の「夏ノリ」の幼芽は，ヒビを立てゝ間もない頃のは細いA群で，ヒビ立て後1ケ月以上の場合は主として太い（単胞子に由来する）B群である。種類，環境条件による差は今の所認められない。アサクサノリの胞子としては平均直径15μの単胞子と，より小さい11μの果胞子のみが知られているので，この細いA群の幼芽は小さな果胞子に由来すると考えざるを得ない。果胞子は冬のノリに形成され，夏ノリには生じない[7]ことも明らかなので，秋のヒビに最初に着く胞子は前冬の果胞子が休眠越夏したものと考える外はない。

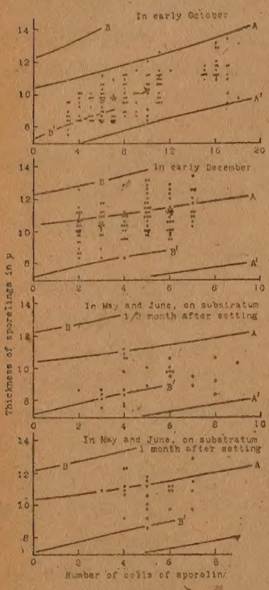



Fig. 3　Relation between number of cells and thickness of sporelings before longitudinal division in various seasons.
A-A', rejection limit for thickness of sporelings from autumn spores and B-B', that of sporelings from monospores (level of significans, 0.01).

〔IV　総　括〕

先に著者は冬の果胞子の放出・着生を研究しようとして，その結果之に正常の放出が見られず，又着生も正常の発生もしない，即ちすぐに着生発芽する同じノリの単胞子と著しく性質が異り，すぐに着生発芽する胞子とは考えられぬことを示した。本研究で各時期の胞子の大きさを比較して，秋のヒビに最初に着く胞子は夏ノリに由来する単胞子ではなく，前冬の果胞子が休眠越夏したものと考える外ないことを示した。更に幼芽の太さの測定結果も全く同一の結論に導かれる。之等から考えて，東京湾で秋のヒビに最初に着き，冬のノリの起源となる胞子は，国枝[3]が報じた様に前冬の果胞子が休眠越夏したものであることは明かと考える。とすると夏ノリとは何かという疑問が残る。夏ノリについての研究結果は次に報告するが，要約すると次の如くである。夏ノリとして出現するのは『マルバ型[2,5]』のみである。マルバ型では果胞子の休眠が不完全で相当数が早期にも出現し，発芽する。その幼体は単胞子を生ずる。しかし東京湾では盛夏には死滅して秋ノリの起源とはならない。たゞし低温の所に移植すれば正常に成長成熟し採取も可能であろう。木下[2]はスサビノリで之を試みて成功している。最後に終始御指導をいたゞいた国枝博士に深謝する。


文　献　1. 新崎（1950）水産事情 11, 28—30.　2. 木下（1949）北海道浅海水族の増殖に関する研究 II.　3. Kunieda（1939）J. Coll. Agri., Tokyo Univ., 14, 377—405.　4. 須藤（1948）日水誌 13, 193～194.　5. 同（1950）日水誌 15, 649～652.　6. 同（1950）日水誌 16, 23～26.　7. 殖田（1937）同 6, 91～104.

# 北海道鰊資源の研究
## （第三報）一尾の親魚より育つ稚魚数*

## Studies on the Stock of Hokkaido Herring. III How many Herrings are produced per Individual of their Parents

川名　武　T. KAWANA

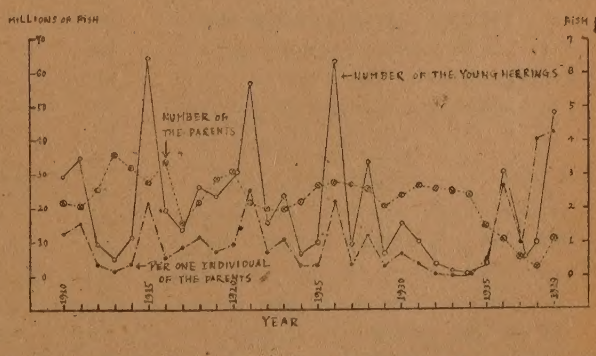
（東海区水產研究所）

The ratio of the number of the young herrings to that of their parents (calculated by the study of age-composition) is 0.05～4.3, the mean value being *ca.* 1. Even in those years when plentiful year-classes were produced, the ratio is 2～3. If the number of the parents diminishes, the ratio becomes larger.

毎年の年齢組成[3,4,6,8]から親魚の尾数を数え，稚魚数は成魚となつて洄帰し，三年乃至八年以上に亘つて漁獲されたものを発生年次別に集計したものであるので継承魚数と言つた方が良いかも知れぬ。北海道鰊は同一発生年次のものが六年以上に亘つて漁獲されているので，漁獲率も平均化されると考えられる。蓋しこの比は自然に近いものであろう。

北海道鰊と樺太鰊は同一ストック[2,5]に属するものとして両者を合算したが，樺太の年齢組成の調査[7]は大正13年（1924）から着手し，而も流網試験の材料であるので，網目の大小で選択されたり，早期の出漁は洄游性の主群を捕捉し得ないこともあるが他に材料がないので之に依つた。猶大正12年（1923）以前のものは止むなく北海道の年齢組成を其儘樺太に充てた。（才1図，才1表）

FIG. 1.




これによると：

1.）親魚1尾から育つ稚魚数は最大4.3尾，最小0.05尾（♂：♀＝1：0.89とすると[9]雌魚1尾からは最大8.2尾，最小0.09尾となる）平均は1.12尾（2.09）となり2尾（4尾）以上の場合は減多になく，大発生というべきである。鰊の卵数は大体年齢を1万倍した数とされる[1]が平均卵数を5万粒とすると，その歩留は大発生でも1万分の1以下に止り，如何に夥多の卵や稚仔が徒費されるか驚くべきものがある。

（昭和25年3月31日受理）

* 東海区水產研究所業績　才21号

TABLE 1.

| Year | | Number of the Parents | | | Number of the Young Herrings | | | Young Herrings Per One Individual of the Parents | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Hokkaido | Sakhalin | Total | Hokkaido | Sakhalin | Total | Parent One Fish | ♀ One Fish |
| 明 43 | 1910 | 1.738 | 650 | 2.388 | 2.425 | 565 | 2.990 | 1.25 | 2.36 |
| 44 | 11 | 1.698 | 593 | 2.291 | 2.856 | 664 | 3.520 | 1.53 | 2.89 |
| 大 1 | 12 | 1.966 | 638 | 2.604 | 910 | 66 | 976 | 0.37 | 0.70 |
| 2 | 13 | 3.015 | 657 | 3.672 | 394 | 65 | 459 | 0.12 | 0.23 |
| 3 | 14 | 2.697 | 553 | 3.250 | 975 | 191 | 1.166 | 0.35 | 0.66 |
| 4 | 15 | 2.319 | 576 | 2.895 | 5.532 | 902 | 6.434 | 2.22 | 4.19 |
| 5 | 16 | 3.098 | 397 | 3.495 | 1.586 | 358 | 1.944 | 0.55 | 1.04 |
| 6 | 17 | 1.228 | 382 | 1.610 | 1.215 | 310 | 1.525 | 0.94 | 1.77 |
| 7 | 18 | 1.830 | 402 | 2.232 | 1.981 | 625 | 2.606 | 1.16 | 2.19 |
| 8 | 19 | 2.626 | 335 | 2.961 | 1.773 | 549 | 2.322 | 0.78 | 1.47 |
| 9 | 1920 | 2.788 | 393 | 3.181 | 2.164 | 892 | 3.056 | 0.96 | 1.81 |
| 10 | 21 | 1.899 | 344 | 2.243 | 4.028 | 1.712 | 5.740 | 2.55 | 4.82 |
| 11 | 22 | 1.643 | 490 | 2.133 | 1.008 | 585 | 1.593 | 0.74 | 1.40 |
| 12 | 23 | 1.598 | 487 | 2.085 | 616 | 1.774 | 2.390 | 1.14 | 2.15 |
| 13 | 24 | 1.990 | 362 | 2.352 | 228 | 497 | 725 | 0.31 | 0.58 |
| 14 | 25 | 1.875 | 839 | 2.714 | 490 | 413 | 903 | 0.33 | 0.62 |
| 昭 1 | 26 | 1.875 | 963 | 2.838 | 2.932 | 3.518 | 6.450 | 2.27 | 4.29 |
| 2 | 27 | 1.817 | 975 | 2.792 | 289 | 706 | 995 | 0.35 | 0.66 |
| 3 | 28 | 1.191 | 1.414 | 2.605 | 1.949 | 1.356 | 3.305 | 1.26 | 2.38 |
| 4 | 29 | 795 | 1.258 | 2.053 | 237 | 538 | 775 | 0.37 | 0.70 |
| 5 | 1930 | 905 | 1.553 | 2.458 | 796 | 814 | 1.610 | 0.65 | 1.23 |
| 6 | 31 | 1.403 | 1.323 | 2.726 | 731 | 322 | 1.053 | 0.38 | 0.72 |
| 7 | 32 | 1.293 | 1.267 | 2.560 | 171 | 145 | 316 | 0.12 | 0.23 |
| 8 | 33 | 1.742 | 776 | 2.518 | 33 | 161 | 194 | 0.07 | 0.13 |
| 9 | 34 | 1.279 | 1.179 | 2.458 | 33 | 82 | 115 | 0.05 | 0.09 |
| 10 | 35 | 743 | 656 | 1.399 | 398 | 380 | 778 | 0.55 | 1.04 |
| 11 | 36 | 403 | 710 | 1.113 | 1.633 | 1.473 | 3.106 | 2.79 | 5.27 |
| 12 | 37 | 250 | 227 | 477 | 280 | 233 | 513 | 1.07 | 2.02 |
| 13 | 38 | 38 | 208 | 246 | 369 | 640 | 1.009 | 4.10 | 7.75 |
| 14 | 39 | 492 | 636 | 1.128 | 4.176 | 721 | 4.897 | 4.34 | 8.20 |

2.) 年々の変化は親魚数よりも稚魚数の方が甚しい。 3.) 普通，稚魚数は親魚数より尠いが，数年目に大発生して夥しい数に上る。 4.) 親魚数が減少すると稚魚の歩留は良好となる。昭和10年(1935)以降は特に目立つている。 終に臨み整理と計算にあたられた竹谷月江孃に感謝の意を表する。

文 献 1) 山口元幸：(1926) 北水試，水産調査報告 17。 2) 藤田経信・小久保清治：(1927) 北大，水産研究彙報 1，1。 3) 倉上政幹・川名武：(1936) 日本水産学会誌 5，2。 4) 梶田與之亮：(1937) 北水試，旬報 338。 5) 田内森三郎：(1942) 日本学術協会報告 17，1。 6) 北水誌：(1943) 旬報 586。 7) 平野義見・今井晴一：(1944) 北水試復命書。 8) 川名武：(1949) 日本水産学会誌 14，4。 9) 平野義見 (1949) 北水試，水産実用叢書 8。

# 北海道鰊資源の研究
# （第四報）東北沿岸の小鰊の漁況と北海道春鰊の稚魚量*

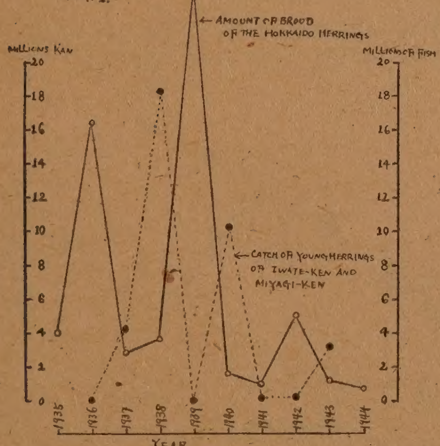
## Studies on the Stock of Hokkaido Herring. IV Appearance of young Herrings along the Coast of North-eastern Hondo correlated with the Production of the Plentiful Year-classes along the Western Coast of Hokkaido

川名　武　T. KAWANA

（東海区水產研究所）

Young herrings were taken along the coast of Iwate-ken and Miyagi-ken by set nets exclusively in spring of the year (or, rarely, of the two successive years) following that when unusually plentiful year-classes were produced along the western coast of Hokkaido. In spring following that of the usual production of year-classes along the coast of the latter coast no catch of herring along the former is recorded.

Fig. 1.




山口[1)]は北海道西海岸で孵化した鰊稚魚はオホーツク海から太平洋に入り 1，2 年の幼魚時代を過し，3 年以後親魚となつて洄帰するとなし，又北海道太平洋岸の小鰊漁獲高は西海岸の春鰊の稚魚量と關聯することを指摘した。

今度，木村博士の好意により，昭和 11 年から 19 年（1936～1944）までの岩手宮城両県下の定置網の漁獲記錄から小鰊の漁獲高を調べて見た結果を茲に報告する。

調査した漁場　岩手県下…………稲賀。姉ケ崎。壽久洞。宮古二丁目。同三丁目。根滝。小谷島。大島沖網。御箱崎四丁。三貫島。鍋弦。釜石大輪。釜石沖網。二ツ水。黒崎。仁位達。汐折。大入。蛭子木。以上 19 ケ統。

宮城県下…………菖蒲田。江島。田代島。以上 3 ケ統。合計 22 ケ統。

以上のうち，小鰊の漁獲のあつたのは岩手県の三貫島，仁位達，汐折及び大入の四ケ所と，宮城県の菖蒲田のみで，岩手県の南部から宮城県の北部に亘るリアス式海湾を控える漁場に限られている。

初漁期の最も早いのは昭和 13 年（1938）の 4 月 2 日，終漁期の最もおくれたのは昭和 15 年

---

（昭和 25 年 3 月 31 日受理）

* 東海区水產研究所業績 才 22 号

(1940) の 6 月 29 日で年により相当の差異がある。盛漁期は 4, 5 月で，獲れだすと数日継続するのが常である。毎年獲れる訳ではなく，漁獲のあつたのは昭和 12 年 (1937), 同 13 年 (1938) 同 15 年 (1940) 同 18 年 (1943) の 4 ケ年のみである。之と北海道春鰊の稚魚発生量[2]とを比較して見ると，大発生年の翌年 (昭和 12 年発生のものは翌々年に亘る) に獲れ，平年の発生状態の翌年は皆無である。而しこれは量的にはいえない。

これが北海道西岸に発生したものであるかどうかは判定の資料を欠くが，若し別のものであれば発生の条件は北海道西岸も太平洋岸も同一の要素に支配されるものと解される。

何れにせよ，北海道春鰊の三年鰊の出現を予想する一つの手掛りとすることが出来，この地方の調査は北海道太平洋岸や北見沿岸の調査と共に重要であることを示す。

終りに臨み貴重な材料を提供して下された木村博士及び材料の整理と計算にあたつた竹谷月江孃に感謝の意を表する。

## 文　献

1) 山口元幸：(1926) 北水試水產調査報告 18。

2) 川名　武：(1949) 日本水產学会誌 14, 4。

# 千曲川産アユの成長と成熟度について*

## On the Growth and the Development of "Ayu" (*Plecoglossus altivelis*) in Tikuma River

島立孫亥　M. SIMADATE
（淡水区水產研究所上田支所）

In Tikuma River, no fish goes up the stream being prevented by dams, so many young "Ayu" (*Plecoglossus altivelis*) have been transplanted every years.

I investigated on the growth and the development on these samples which caught with weirs at 6 stations, Ueda and it's neighbourhood within 35 km. in Tikuma River (Fig. I, Tab. I) in the matured season 1946. The differences were found among these stations on the growth and the development (Tab. 3—5), the growth was inferior, and the development earler at these upper stations, Gozigawara, Otiai and Iwasita; and the growth was superior and the development later at these lower stations, Gosyo, Simonozyo and Simohanga. In each station, these fishes which the growth was relatively superior, the development was later, that would be caused mostly on the temperature of water, but at Gozigawara above all, the growth was the worst, it seems to due on the existence of dam at upper stream and drain at lower stream of the power plant, even if there were other causes.

So the production of *Plecoglossus altivelis* in this district to increase by transplanting more seedlings in these stations where they thrived, it will be better to carry on such as suit place for live as Gosyo, Simonozyo and Simohanga in the other.

千曲川では，信濃川下流の分水工事完成以来魚類の遡上は阻止され，アユは全く放流魚の生產だけとなり，千曲川筋に於て年々 30～40 万尾内外のアユ種苗が放流され，その内でも上小漁業協同組合は年々 20～30 万尾内外を放流して好結果を收めている。昭和 21 年に於けるこの組合地区内のアユの放流数は琵琶湖産小アユ 20 万尾で，5 月 28 日から 6 月 23 日迄に 5 回にわけて運搬，その都度地区内一円に行渡る様に 3～5 ヶ所に於て放流された。そこで漁場別アユの成長と成熟度を比較する爲に，9 月 20 日から 10 月 8 日の間に上田支所の附近に於て約 35 km. の範囲内の 6 ヶ所の簗漁場（才 1 図）から採集した雌 62 雄 78 計 140 尾の生魚（才 1 表）について測定調查した。試料採集に当つては，なるべく雌雄同数 10 尾

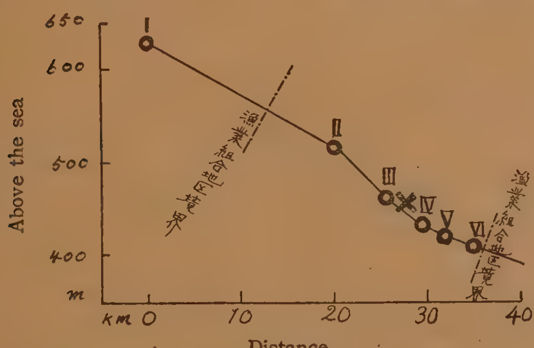



Fig. 1. Diagrams of stations where samples caught.
Remark. I……Otiai, II……Gozigawara, III……Iwasita, IV……Gosyo, V……Simozyo, VI……Simohanga, ×……Ueda Branch

（昭和 25 年 3 月 13 日受理）
* 淡水区水產研究所業績 才 5 号

Table 1. Stations, date and number of samples caught

| Station | | 月 日 | Number of samples | | | 備 考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Name | 所 在 地 | Date | ♀ | ♂ | Total | Remarks |
| Otiai | 北佐久郡<br>高瀬村 | X. 4 | 4 | 4 | 8 | |
| Gozigawara | 〃<br>北御牧村 | IX. 26<br>X. 5 | 8<br>3 | 10<br>11 | 18<br>14 | |
| Iwasita | 小県神川村 | IX. 20<br>X. 8 | 10<br>2 | 10<br>8 | 20<br>10 | |
| Gosyo | 上田市<br>上田橋下流 | IX. 23<br>X. 8 | 10<br>5 | 10<br>5 | 20<br>10 | 蓄養して X. 16 測定. Bred and tested on X. 16 |
| Simonozyo | 小県川辺村 | IX. 23 | 10 | 10 | 20 | |
| Simohanga | 〃 泉田村 | X. 1 | 10 | 10 | 20 | |
| Total | | | 62 | 78 | 140 | |

宛を無作爲に，又漁獲数の少い時は漁獲物全部を採つて来た。放流時期から本調査時に至る迄の千曲川水温は，調査地区内にある上田支所観測値を第 2 表に示した。

Table 2. Average water temperature of Tikuma River observed at Ueda Branch in °C (16 h), 1946

| | First decade | Second decade | Last decade |
|---|---|---|---|
| May | — | — | 15.8 |
| June | 18.0 | 18.2 | 21.1 |
| July | 22.1 | 24.7 | 26.0 |
| Aug. | 24.6 | 26.0 | 24.2 |
| Sept. | 22.8 | 21.0 | 19.8 |
| Oct. | 14.0 | — | — |

成　長：雌 62 雄 78 尾の体長平均値 (cm.) は夫々 18.50±0.0745，18.04±0.164 であつた（第3表）。

Table 3. Average value of body length at each station in cm.

(shows as M±m, $m=\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$).

| Station | ♀ | | ♂ | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Average value of body length | Number of samples | Average value of body length | Number of samples | Average value of body length | Number of samples |
| Otiai | 18.03±0.1673 | 4 | 17.65±0.2513 | 4 | 17.84±0.1648 | 8 |
| Gozigawara | 16.57±0.3253 | 11 | 16.62±0.2334 | 21 | 16.60±0.1902 | 32 |
| Iwasita | 17.95±0.3137 | 12 | 18.09±0.2598 | 18 | 18.04±0.2012 | 30 |
| Gosyo | 19.63±0.3363 | 15 | 18.96±0.3221 | 15 | 19.30±0.2402 | 30 |
| Simonozyo | 19.38±0.3381 | 10 | 18.81±0.4023 | 10 | 19.10±0.2704 | 20 |
| Simohanga | 18.93±0.2205 | 10 | 18.90±0.3147 | 10 | 18.92±0.1926 | 20 |
| Total or average | 18.50±0.0745 | 62 | 18.04±0.0163 | 78 | 18.24 | 140 |

平均値はその平均誤差の 3 倍の範囲内で信用出来るとすれば，体長について雌雄間に差はなく，早栗氏の報告している事[1]と一致している。この時期には成長は最早停止したものとみて採集日の差を無視して，雌雄合計の漁場別平均体長を才 3 表から大さの順に並べると，御所，下の条，下半過＞岩下，落合＞郷仕原となる。即ち下流の御所，下の条，下半過は互に差がなく各漁場中最大で，中流の岩下と上流の落合とにも互に差が無く御所，下の条，下半過についで大きく，中流の郷仕原は最も小さい。

体重は，雌 62 雄 78 尾の平均値（gr.）は夫々 119.91±4.729, 91.3±3.240 となり（才 4 表）雌の方が雄より重く，雄は雌の略 3/4 に当る。生殖巣重量の体重に対する比は雌 56 尾（この外の 6 尾は卵巣量欠測）の平均値 27.7% 雄 78 尾のそれは 10.6% であつた。之等と前述の平均体重とから算出すると生殖巣の平均重量は雌 33.2 gr. 雄 9.6 gr. となり雌の方が雄より 23.6 gr 多く これを雌の平均体重からひくと 97.7 gr. となり雄の 91.3±3.24 gr. の範囲内に入るから，雌は生殖巣の差だけ雄より重いといえる。才 4 表から雌の平均体重を漁場別に比較すると，御所，下の条，下半過＞落合，

Table 4. Average value of body weight at each station in gr. (shows as in Tab. 3.)

| Station | ♀ | | ♂ | |
|---|---|---|---|---|
| | Average value of body weight | Number of samples | Average value of body weight | Nnmber of samples |
| Otiai | 104.75±4.628 | 4 | 83.00±1.581 | 4 |
| Gozigawara | 72.55±5.535 | 11 | 64.50±4.181 | 21 |
| Iwasita | 98.83±6.591 | 12 | 85.22±4.930 | 18 |
| Gosyo | 148.70±7.984 | 15 | 110.86±6.319 | 15 |
| Simonozyo | 146.90±8.434 | 10 | 119.70±8.258 | 10 |
| Simohanga | 133.20±4.388 | 10 | 103.90±5.849 | 10 |
| Total or average | 119.91±4.729 | 62 | 91.30±3.240 | 78 |

岩下＞郷仕原の順になり下流の御所，下の条，下半過は差が無く最大で，上流の落合と中流の岩下が之につぎ，郷仕原が最小であることは体長の場合と同様である。雄については，下半過と岩下の間に差を認められない点が異つている外は下の条，御所，下半過の下流 3 点が最大で岩下と落合が之につぎ，郷仕原が最小であることは雌の場合と同様である。

成熟度： 漁場毎に雌雄は略同様に成熟する傾向を示し，更に細かい段階のあることが認められるが，雌だけについて述べると，成熟度を 4 の段階にわけ，直ちに採卵出来る程度のものを 4，その直前と認められるものを 3，(3) より稍後れていると認められるものを 2，(2) より後れて最も成熟のおそいものを 1 として扱つた。10 月 8 日採集の材料は採卵の目的で，所内養魚池（千曲川水引用）に畜養し 10 月 16 日に取揚調査したけれども成熟度は採捕時と殆ど変らなかつたから畜養の日数は無視してよいと思う。才 5 表によれば成熟度 4 のものは，下流の御所，下の条，下半過に於ては本調査期間内に無かつたが，中流の岩下には 9 月 20 日，郷仕原には 9 月 26 日に現れた。尚放卵開始を認められる魚は無かつたから 9 月下旬から中流の産卵期と思われる。成熟度は中流の郷仕原と岩下が最も早く，上流の落合は，10 月 4 日に 2.25 で郷仕原の 9 月 26 日と同値で 1 日後の 4 よりおそいから郷仕原よりおくれている。下流の御所，下の条，下半過は最もおくれている。即ち前述の成長のよかつた漁場程成熟はおくれている。採集日にずれはあつたけれども，郷仕原，岩下，御所の 2 回採集した地点は 2

Table 5. Average rate of development of female fish at each station

| Station | Date | Number of samples | Rate of development | | Average of 2 times | Remarks | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Frequency | Average | | | |
| Otiai | X. 4 | 4 | 2～4 | 2.25 | | | |
| Gozigawara | IX. 26 | 8 | 2～4 | 2.25 | 2.75 | | |
| | X. 5 | 3 | 4 | 4.00 | | | |
| Iwasita | IX. 20 | 10 | 2～4 | 2.40 | 2.60 | | |
| | X. 8 | 2 | 4 | 4.00 | | | |
| Gosyo | IX. 23 | 10 | 1～2 | 1.80 | 1.86 | X. 16 観察 | Observed on X. 16. |
| | X. 8 | 5 | 2 | 2.00 | | | |
| Simonozyo | IX. 23 | 10 | 2 | 2.00 | | | |
| Simohanga | X. 1 | 10 | 1～2 | 1.80 | | | |

* Figures show as 1……pretty earier than (4), 2……earier than (4), 3……a little earier than (4), 4……being the range of spawning.

回の平均をとり，1 回採集の地点は大抵前の 2 回採集の中間の日に採集したから そのまゝ用いて 漁場別に平均成熟度を出して之と成長との相関係数を求めると，体長とは −0.87 体重とは −0.91 となりどちらも有意性が認められる。即ち，成長のよい漁場の成熟度は成長の劣るところの其より後れていたといえる。その原因は種々数えられるであろうけれども主に水温であろう。

9 月 20 日岩下に於て採集した雌 10 尾の試料につき卵を観察して（其他は観察を欠いた）卵色に濃・淡の差のあることを認めた。（才 6 表）。

Table 6. Measurement of body length, weight, rate of development and color of eggs of fishes caught at Iwasita on IX. 20

| Individual number | Body length | Body weight | Rate of development | Color of eggs |
|---|---|---|---|---|
| | cm. | gr. | * | |
| 1 | 21.2 | 160 | 2 | Deep yellow |
| 2 | 17.7 | 104 | 2 | Light yellow |
| 3 | 17.8 | 93 | 4 | 〃 |
| 4 | 16.7 | 88 | 2 | Deep yellow |
| 5 | 18.4 | 110 | 2 | Light yellow |
| 6 | 17.2 | 90 | 2 | 〃 |
| 7 | 17.8 | 91 | 2 | Deep yellow |
| 8 | 17.6 | 93 | 2 | Light yellow |
| 9 | 17.6 | 84 | 4 | 〃 |
| 10 | 17.3 | 82 | 2 | 〃 |
| Average | 17.9 | 99.5 | 2.4 | |

* Shows as in Tab. 5.

総括と考察： 魚類の移殖放流の内にはその効果について多少異論のあるものもあるが，アユの放流効果は確実[2] で各地で大きな成果を収めている。それで，既にアユの放流の行われている河川ではその

生産を維持し，更に増産を図る段階に達している。本調査の結果によれば，体長体重共に下流の御所，下の条，下半過の 3 点が調査地区で最大の成長を示し中流の岩下上流の落合はこれより劣つていたから，千曲川では上田から上流は成長が稍劣ることが知られる。岩下は御所の上流約 4 km. の距離にあるがその約 26 km. 上流の落合との間に成長の差がなくその間にある郷仕原がこれより更に劣つているのは自然の環境条件にも因るであろうけれども，郷仕原は発電所のダムと放水路の中間の漁場であるということも考えられると思う。

放流後のアユの移動については各地の報告[5),4),5)]があるが，特殊の環境の影響がなければ少数のものは別として移動範囲は割合に狭い様である。それで地域により成長に優劣がある点に着目して成長のよい場所に多く放流し，成長の劣る場所には放流せずによそからの移動魚をまつか又は少数を放流するにとゞめるようにして，魚体の成長を促すことによりアユの増産を図ることが出来そうに考えられる。

本調査地区では成長のよい場所は成熟がおそかつたから，アユの種苗育成，生理実験等の人工採卵を実施するに当りこの事実を心得ていれば準備の計画上多少好都合の場合もある。

天然産の魚の卵は飼育魚の其よりも色が濃く，孵化率がよく，其から生れた稚魚は丈夫であることはよく知られており，花岡氏はアユについて報告した[6)]。又同じ天然産の魚の卵にも，マス類では其色に濃淡の差があることはよく見かけるが，アユにもこのことが認められたから，親魚選択上多少参考になるであろう。

摘　要：

1). 千曲川に放流されたアユを成熟期に，上田附近 6 ケ所の簗漁場から採集して地域別に成長と成熟度を比較した。

2). 成長は下流地区の御所（上田）～ 下半過が最大で，御所の 4 km 上流の岩下，30 km 上流の落合は稍劣り，その中間の郷仕原は最も劣つていた。

3). この調査地区内では，上田附近により多くの種苗を放流して魚体の成長を促すことによりアユの生産を増進することが出来ると考える。

4). 成長のよい地区でとれるアユは，成長の悪い地区からのものより成熟が後れている。

5). 同一場所から，同時に捕れたアユの卵色に濃，淡の差がある様である。

終りに懇切な御指導を頂いた川尻技官，終始本調査を担当された徳永技官，材料採集に従事された上田支所員及び種々懇切な助言を頂いた畑技官に厚く御礼を申上げる。

文　献：

1) 早栗　操：鮎の生態に関する一部の観察　水産研究誌 37 巻 5 号　昭和 17 年

2) 川尻　稔：アユの池中養殖と河川放流について　日本水産学会誌 15 巻 3 号　昭和 24 年

3) 田内森三郎：河川増殖の一例　同上 13 巻 1 号　昭和 22 年

4) 落合　清：斬新な小アユの複式増殖法　水産 19 巻 4 号　昭和 6 年

5) 丹治経治：我が岡山県に於ける山間の温泉場附近に移殖して土地繁栄　同上 19 巻 4 号　昭和 6 年

6) 花岡　資：鮎の成熟度と餌料の関係（予報）水産試験調査資料 9 号　昭和 18 年

# 千曲川に於ける水産資源の流下に就て

## Studies on the Fisheries Resources flowed down Tikuma River

宮坂英次 H. MIYASAKA

（水產研究所 上田支所）

The quantities of fisheries resources, chiefly fishes and their foodbeings such as larva of insects, were investigated which flow from Tikuma-River into the passage of the Ueda Branch of the Central Fisheries Station of Japan, and these were collected by an equippment at the entrance of the experimental ponds. And it was concluded that the all resources which flowed down through Tikuma River in conformity with the volume of water measured by water-meter.

The volume of water flowed into ponds are 30 *thousands* $m^3$ per day during the time from the last ten days of June to the first ten days of September, 16 *thousands* $m^3$ from the middle of September to the last ten days of Octorber, 7 *thousands* $m^3$ in November, and in which the numbers of fishes 15 thousands, weight of food-beings 21 kg. through these period in 1948, and the numbers of fishes 7 thousands, weight of food-beings were 15 kg. in 1949. These fishes which flow down into pond were many at the day, and the food-beings were many at the next day of the largest volume of water in river. And there are many fluctuate at the number of fishes or weight of food-beings which flow down into pond, althogh the volume of water were similar from June to September, this is the reason the volume of water are much flactuate in the main stream. The fishes and food-beings were less since the middle of September, it will be these individuals are decreased for the flood, and also is not the season of insects propergation.

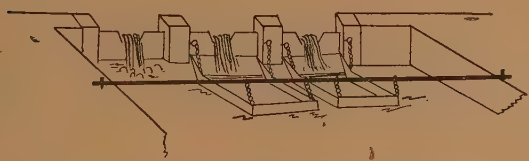
Then the number of these fishes were presumed as 4380 thousands in 1948, 4100 thousands in 1949, and food-beings are 6000 kg. in 1948, 1698 kg. in 1949 which flowed down Tikuma River during above season.

So, it *should be* considered to prevent these fishes and food-beings from flowing into the water passage such as the conducts for irrigation or hydroelectricity.

従來洪水があれば，魚は流されてしまい，その後不漁になるといわれている。アユはその適例であるが地付の魚即ちウグイ，オイカワ，カジカの如き魚は翌年，翌々年までその影響が続くといわれている。然し洪水とまでいわなくとも，水力発電所の水が貯水せられて，それが急に放出されゝば小さな洪水が毎日起つている樣な狀態が見られる。これが現在の千曲川の実狀である。これがための水勢で流される魚や餌料的生物は相当大量のものであろうことは想像される所である。この流れるものは遙か下流まで流れるものもあろうが途中で灌漑水路，養魚池に流下するものもあり，或は水力発電所に流入するものもあろう。灌漑用水が河から取入れられて，その水に依つて自然に流下する魚の多いことは屢々実見せられる所であり，又上田支所でも附近の養魚池でも，河川の水を引用している所では，毎年多数の魚が流下して來るのであるが，その数量を調べたものがないので，次の実験を昭和 23，24 年の二年に亘つてした。

昭和 25 年 3 月 13 日受理)

上田支所の養魚池を使用して，各池の注水口に直角三角形切抜流水量測定板を装置してその池に流入する水量を測り，その水の落口の下に細目の金網（目の大さ 1 mm）を受けて流下する肉眼的生物を毎日採集した。



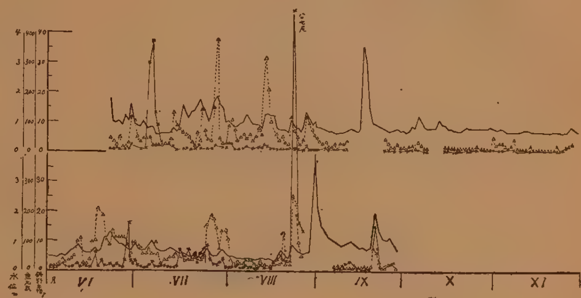
(Fig. 1.)
The water-measurement and equippment at the entrance of the pond.

この流水口 1 カ所当りの平均流下魚数及餌料的生物の平均量は才 2 図に示した。

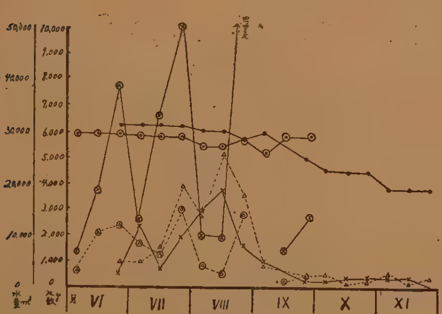
この池への流入水量と流下生物の数量から上田支所取入全水量に対する流下生物数量を算出して旬毎に纒めたものが才 1 表で，これを図示したものが才 3 図である。

1949年

(Fig. 2.)
Daily water-level of Tikuma River and average number of fishes and their food-beings flow down into one pond.
—●— Water-level of Tikuma River.
—×— Number of fishes.
—△— Food-beings.



水　位 m. Water-level
魚 尾 数 Number of fishes
餌料生物 gr. Weight of food-beings
月 Month



水量 m³. Volume of water
尾数 gr. Number of fishes
月 Month

(Fig. 3.)
Volume of water flow into the passage of Ueda Branch, and fishes and their food-beings flow down there.
—×— Fishes
—△— Food-being.
—●— Volume of water.
× 1948.
⊗ 1949.

これで見ると昭和 23 年 6 月下旬から 9 月上旬までの間水は毎日 30,000 m³ 内外 平均して流入していても，これと共に流下する魚や餌料生物の数量は，相当甚しい増減が見られ，24 年も同様である。これはその本流の水の中に流されて来る個体の増減に因るもので，その本流中の個体の増減は才 2 図で大観せられる様に河水位の上下即ち河水量の増減と略一致するのである。この水位は上田支所取入水門上流約 2 km の所に設置されている，日本発送電会社の水位観測所の観測によるもの

Table 1. Number of fishes and weight of food-beings which flow down according to the volume of water into the Ueda Branch.

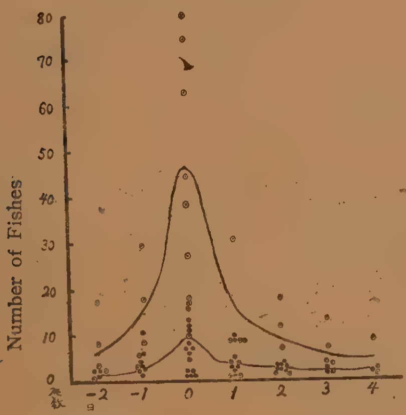
| Month | | 1948 Volume of water /day m³ | 1948 Number of fishes | 1948 Weight of food-beings gr. | 1948 Number of days examined | 1949 Volume of water / day m³ | 1949 Number of fishes | 1949 Weight of food-beings gr. | 1949 Number of days examined |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | The first 10 days. | — | — | — | | 29.264 | 1.300 | 500 | 7 |
| | The second 10 days. | — | — | — | 0 | 29.264 | 3.600 | 2.000 | 9 |
| | The last 10 days. | 31.900 | 500 | 900 | 10 | 29.264 | 7.700 | 2.300 | 10 |
| 7 | first | 32.300 | 2.300 | 900 | 10 | 28.882 | 2.500 | 1.600 | 10 |
| | second | 32.300 | 700 | 1.400 | 10 | 28.882 | 7.500 | 1.000 | 10 |
| | last | 31.700 | 1.900 | 3.800 | 11 | 28.882 | 1.600 | 3.000 | 11 |
| 8 | first | 30.700 | 2.700 | 2.700 | 10 | 28.882 | 1.900 | 800 | 10 |
| | second | 30.700 | 30.700 | 5.000 | 10 | 24.550 | 1.900 | 400 | 7 |
| | last | 26.300 | 1.600 | 3.400 | 11 | 27.215 | 41.400 | 2.800 | 7 |
| 9 | first | 29.300 | 900 | 1.000 | 10 | 21.420 | — | — | 0 |
| | second | — | — | — | 0 | 27.210 | 1.400 | 100 | 10 |
| | last | 19.100 | 200 | 400 | 5 | 27.000 | 2.700 | 400 | 10 |
| 10 | first | 15.400 | 200 | 400 | 10 | — | — | — | — |
| | second | 15.400 | 200 | 100 | 6 | — | — | — | — |
| | last | 15.300 | 200 | 200 | 10 | — | — | — | — |
| 11 | first | 7.700 | 200 | 400 | 10 | — | — | — | — |
| | second | 7.700 | 100 | 100 | 10 | — | — | — | — |
| | last | 7.680 | 0 | 200 | 10 | — | — | — | — |
| Total | | | 15.400 | 20.900 | | | 73.000 | 14.900 | |

で，その水位からこの川に流れる水量を算出した。この水位観測所と上田支所取入水門との間には菅平を水源とする神川が流入している。9 月下旬以後上田支所の水門からの流水量が減ずると共に，流下生物，魚とも減少するのは昭和 23 年 9 月中旬及，24 年 9 月上旬の大出水のために魚も餌料生物も流さ

れ盡した関係と，この頃には水位の変動も少なくなつた外に餌料的生物の発生時期ではないためであろうと考えられる。

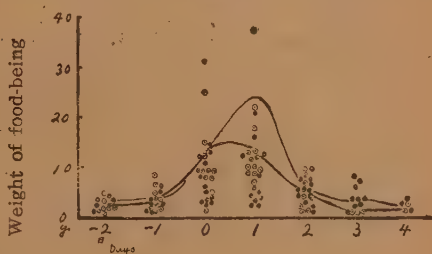
この魚の流下に就て奇異に感ずることは，実験を始めた年の 7 月 5 日までの 13 日間の流下魚は，1 流水口当りの毎日の平均が僅かに 1.5 尾に過ぎなかつたのに拘らず 6 日に急に増加して 295 尾，7 日には 365 尾と増加し，8 日 122 尾，9 日 84 尾，10 日 19 尾，11 日から 13 日まで 0 と減少したことである。このことは，7 月 4 日に少し水位が上昇したためかとも思われるが，この流下魚は殆ど全部がオイカワの幼魚で，体長 12 m. m. 内外のものばかり揃つていたのみならず昭和 24 年に於ても 6 月中旬と，7 月中旬にもこの大きさのものが流下したから，この魚はこれ等の時期に集団流下するものであろう。この異例は別として，千曲川の水位の高くなつた時に，流下魚も流下生物も多いことは才 2，3 図で見られる通りである。

この才 4，5 図は本流の水量の最も増加した日（前記水位観測所の 1 晝夜間の最高水位を基準とし）を 0 として，その前後 6—7 日間に流下するものゝ数量を図示したものである。（異例流下の分は除く）降雨が度々あつたから判然としない点もあるが，魚




Days

(Fig. 4.)
Number of fishes which flow down before or after the day of the largest volume of water.
Fishes. { — ● 1948 / — ◉ 1949 }



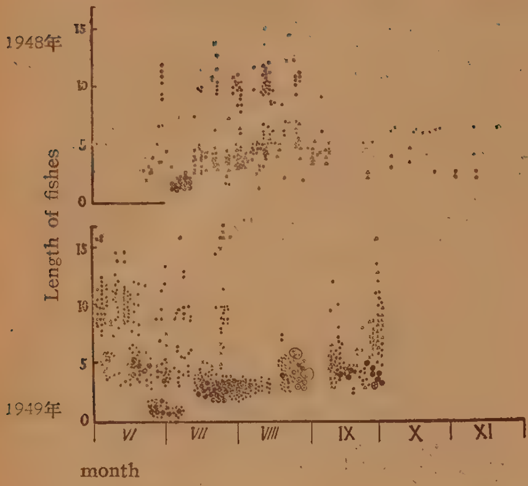

(Fig. 5.)
Quantity of food-beings which flow down before or after the day of the largest volume of water.
Food-beings. { ● 1948 / ◉ 1949 }

は最多水量の日に多く流れ，その前後は少ない。餌料的生物は最多水量の日にも多いけれども寧ろその次の日に多く流下する，これは出水のために，河底の礫石が動かされて，その石の間に棲む生物が棲息場所を流された爲めに流れ出たものであろうから，水の減少するまで即ち河底の礫石の動いている間は流れるのであろうと考えられる。

7 月上旬の特異の流下魚は前記の通り本春孵化して間もないオイカワの稚魚であるが，他のものは才 6 図の通りであつて，魚の大さ年齢によらず流下して来る。

餌料生物は金網で採集したものであるから，大形のもののみであるけれども。

| | |
|---|---|
| カワトビゲラ幼虫（流下期間 9 月上旬まで） | カワゲラ（全期間） |
| カゲロウ（全期間） | トンボの幼虫（7月中旬まで） |
| ヒラタドロムシ（7月下旬まで） | カワムラナベフタ虫（7月下旬まで） |




等であつた。

千曲川は出水しても，上田支所の河水取入口の水門は，平常通りにしてあるから，これを通つて流入する水量には大きな変化はないのであるが（発電所の貯水又は放水の関係で水量は毎時刻やゝ増減するから，各試験池の入口で測量した。又水門を調節して開閉す

← (Fig. 6.)
● Ugui. (*Tribolodon hakonensis*)
× Oikawa. (*Zacco platypus*)
△ Olhers
• 1 尾, ● 20 尾, (×) 100 尾, ⊙ 200 尾 } Ugui.

るときは，その都度測量した）。出水の度毎に流下する魚類や餌料的生物の数量の増加するのは明かに出水の爲めの影響であるということは前記した通りである。然し出水は数度あるにしても，魚や餌料的生物はその時だけ流下するものではなくて，平水の時でも常に流下していて，然も魚は流下しない日があつても，餌料的生物は毎日流下しているのであるから，この様な水門から流下する数量は莫大なものといわねばならない。

そこで上田支所の取入水門と並んで設置されている，六カ村堰灌漑用水と，（1 晝夜流量 63,000 $m^3$）約 2 k 下流の宮川用水（1 晝夜の流量 32,000 $m^3$）の取入水量を，時々測量して，その流水量に対する流下魚と餌料的生物の数量を推算すると，才 2 表の通である（次頁）。

であるからこれ等と同じ様な取入水路や，発電所用水路の分を総て合算すれば，その数量は大きなものとなる。そしてこれ等の流下魚，餌料的生物は養魚池に流下するものは別であるが，多くは灌漑用水から，小水路に入り水田に流れ込んで，一時は育つても落水期には，遂に死滅するものであり，発電用水と共に流下するものは，タービンにかゝり，直ちに死滅するものであるから，惜しいものといわねばならぬ。

こゝで前記の観測所の水位表（才 2 図）から，其の地点の流水量を算出して，前記上田支所へ流入する魚や餌料的生物の数量と水量から，この地点の千曲川を流下し去る魚と餌料生物の 6 月から 9 月までの数量を推算すると，魚は 23 年には 438 万余尾，24 年には 410 万余尾（長野県内全部で捕獲される，ウグイの尾数を農林統計から約 15 万尾と仮定すると，この流下尾数は捕獲尾数の約 29—27 倍に当る）。餌料的生物は 23 年には 6.660 kg.（1776 貫で，これを魚の餌料とした場合その 1/4 が魚を増肉するものと仮定すれば 444 貫の魚を増肉し得るものといえる）の多量に達し 24 年は 1.698 kg. で前よりは少量で約 1/4 である。これは水位が低いまゝで，増減が少なかつたためであろうと思う。（これ等の計算は 9 月中旬の洪水のために，水量算出不能になつたのでそれ以後は打ち切つた）。

この様に多量に流れ去るものゝ行く末は如何なるかはわからないが，魚の一部分は流されても，下流で成育する余地もあろうし，餌料的生物は大形の魚の餌となるものもあろうし又河底に定着するものも

Tab. 2 Calculated number of fishes and weight of food-beings which flow down into Rokkason-suiro and Miyagawa-suiro

| | | 1948 | | | | | | 1949 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Rokkason-suiro Volume of water / day 36.000m³ | | | Miyagawa-suiro Volume of water / day 32.000m³ | | | Rokkason-suiro Volume of water / day 68.200m³ | | | Miyagawa-suiro Volume of water / day 30.000m³ | | |
| Month | | Number of fishes | Weight of food-beings gr. | Number of days examined | Number of fishes | Weight of food-being gr. | Number of days examined | No. of fishes | Weight of f-b. gr. | No. of days ex. | No. of fishes | Weight of f-b. gr. | No. of days ex. |
| 6 | The first 10 days | — | — | 0 | — | — | 0 | 3.100 | 1.300 | 9 | 1.500 | 600 | 9 |
| | The second 10 days | — | — | 0 | — | — | 0 | 4.800 | 4.800 | 9 | 3.700 | 2.100 | 9 |
| | The last 10 days | 900 | 1.700 | 10 | 400 | 900 | 10 | 17.600 | 5.500 | 10 | 8.100 | 2.400 | 10 |
| 7 | first | 43.500 | 1.700 | 10 | — | — | 0 | 6.000 | 3.900 | 10 | 2.700 | 1.700 | 10 |
| | second | 1.400 | 7.800 | 10 | — | — | 0 | 17.800 | 2.400 | 10 | 7.900 | 1.000 | 10 |
| | last | 3.900 | 8.200 | 10 | — | — | 0 | 24.800 | 7.100 | 11 | 11.000 | 3.100 | 11 |
| 8 | first | 5.600 | 5.600 | 10 | 2.800 | 2.900 | 10 | 5.100 | 1.900 | 10 | 1.900 | 830 | 10 |
| | second | 6.400 | 10.300 | 10 | 3.900 | 5.200 | 10 | 13.600 | 1.400 | 7 | 5.900 | 600 | 7 |
| | last | 3.600 | 7.800 | 11 | 1.800 | 4.700 | 11 | 135.000 | 7.900 | 7 | 59.400 | 3.400 | 7 |
| 9 | first | 1.900 | 2.200 | 10 | 1.000 | 2.200 | 10 | 1.600 | 100 | 4 | 700 | 70 | 4 |
| | second | — | — | 0 | — | — | 0 | 3.900 | — | 10 | 1.700 | 100 | 10 |
| | last | 200 | 500 | 5 | 300 | 800 | 5 | 6.900 | 900 | 11 | 3.000 | 400 | 11 |
| 10 | first | 500 | 700 | 10 | 500 | 700 | 10 | — | — | 0 | — | — | 0 |
| | second | 300 | 300 | 6 | 400 | 300 | 6 | — | — | 0 | — | — | 0 |
| | last | 400 | 500 | 10 | 300 | 500 | 10 | — | — | 0 | — | — | 0 |
| 11 | first | 300 | 500 | 10 | 900 | 700 | 10 | — | — | 0 | — | — | 0 |
| | second | 100 | 100 | 10 | 400 | 300 | 10 | — | — | 0 | — | — | 0 |
| | last | — | 200 | 10 | 100 | 600 | 10 | — | — | 0 | — | — | 0 |
| Total | | 69.000 | 48.300 | | 12.800 | 20.600 | | 240.200 | 37.200 | | 107.500 | 16.300 | |

Tab. 3 Calculated number of fishes and weight of food-beings which flow down from Tikuma River into the passage of the Ueda Branch

| Month | | 1948 | | | | 1949 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Volume of water / day m³ | Number of fishes | Weight of food-beings gr. | Number of days examined | Volume of water / day m³ | Number of fishes | Weight of food-beings gr. | Number of days examined |
| 6 | The first 10 days | — | — | — | 0 | 3015. 360 | 141. 900 | 65. 000 | 9 |
| | The second 10 days | — | — | — | 0 | 5208. 080 | 396. 200 | 455. 100 | 9 |
| | The last 10 days. | 14, 428. 800 | 216. 500 | 392. 800 | 10 | 7810. 560 | 1, 475. 700 | 582. 400 | 10 |
| 7 | first | 6, 320. 300 | 441. 100 | 181. 700 | 10 | 5507. 360 | 250. 500 | 142. 100 | 10 |
| | second | 9, 374. 400 | 205. 100 | 412. 300 | 10 | 3317. 760 | 295. 700 | 50. 700 | 10 |
| | last | 20, 304. 000 | 1,214.700 | 2,377.500 | 11 | 3300. 480 | 509. 000 | 139. 700 | 11 |
| 8 | first | 8, 562. 200 | 746. 000 | 757. 600 | 10 | 1197. 120 | 61. 900 | 23. 200 | 10 |
| | second | 8, 087. 000 | 968. 300 | 1,308.700 | 10 | 2220. 480 | 206. 300 | 15. 900 | 7 |
| | last | 7, 966. 100 | 493. 600 | 1,058.800 | 11 | 3818. 880 | 770. 800 | 224. 400 | 7 |
| 9 | first | 4, 924. 800 | 99. 900 | 171. 500 | 10 | — | — | — | 0 |
| | second | — | — | — | 0 | — | — | — | 0 |
| | last | — | — | — | 0 | — | — | — | 0 |
| Total | | | 4385. 200 | 6660. 900 | | | 4108. 000 | 1698. 500 | |

あろう。然し途中で灌漑用水や発電所水に取込まれるならば当然死滅の運命に陥るものと思わねばならぬから，不可抗力で河を流下するものに対しては手の下し様はないけれども，灌漑，発電用水路に流入するものだけでも流下防止の策を講じなければならぬことである。

## 摘　　要


1. 千曲川を流下する魚や餌料的生物（主として昆虫の幼蟲）の数量を知らんとして，水産研究所上田支所の水門から流入する数量を調査した。

2. 昭和 23 年 6 月下旬から 9 月上旬までの間に於て，毎日 30.000 m³，9 月中旬から 10 月下旬まで 16.000 m³，11 月 7,000 m³，内外の水が上田支所に流入すると，その期間を通じて魚は総数で 15.000 余尾，餌料的生物は 21 kg. が流入し，24 年の如く通じて 30.000 m³ 近くの 水を流入させ

ると，6 月から 9 月の 4 カ月間に魚は 70.000 尾，餌料的生物は 15 kg. 近く流入する。

3. 6 月から 9 月までは流入水量は略同じでも流下する魚や餌料的生物の数量は変動が大きい。これは本流に於ての水の増減に依つて，おこるのである。

4. 9 月下旬以後流下魚，餌料的生物の少くなるのは，9 月中旬の洪水のために流れるべき個体数の少くなつたのと，昆虫の蕃殖時期ではないからであろう。

5. 魚は河の水量の最多日に多く流れ，餌料的生物は水量の最多日と，次の日に多く流下する。

6. 千曲川で上田支所附近を 6 月下旬から 9 月上旬までの間に，流下する魚の総数は 23 年には 438 万尾，餌料的生物は 6.660 kg.（1776 貫）24 年には 410 万の魚と 1698 kg. の餌料的生物が流下するものと推算される。この魚の流下数は略同数であるが，餌料的生物の数量の少いのは水位が実験期間中昨年より低くて，増減が少なかつたためであろう。

7. これ等の魚や餌料的生物が灌漑用，発電用水路に流入すれば，死滅する運命にあるから，この流下を防止する策を講じなければならない。

終りに懇切な御指導を頂いた川尻技官に厚く御礼を申上げる。

# 中海，宍道湖の湖沼調査*

## II. 中海の夏期のプランクトンに就て (1949)

# A limnological survey of Nakano-umi and Lake Sinji in the coast of the Japan Sea

## II. On the plankton of Nakano-umi in summer (1949)

By

千葉卓夫　T. CHIBA

(第二水產講習所)

This investigation were made in the summer of 1949 in the whole region of Nakano-umi which could not be researched last year. In research of 1948 the plankton species have been found 53, but 85 species were found in this time.

The increase of the plankton seems to be mainly due to the fact that we researched the region of the Japan Sea also.

Zooplankton is superior to phytoplankton in species but less predominant in amount. Diatoms are the most abundant among the phytoplankton, 25 species have been found.

The Copepoda and Cladocera are the most important in the zooplankton of this lake. As the important species we can show the following: Rhizosolenia semispina, Thalassiothrix nitzschioides, Haemiaulus Hauchii, Chaetoceras decipiens, Leptocylindrus danicus, Nitzschia seriata, Ceratium fusus, Pyrophacus horologicum, Oithona nana, Penilia schmackeri, Evadne tergestina. Most of these usually distributed on the coast of Japan Sea.

Fig. 1. Showing the station of the investigation




I. 緒　　言　中海のプランクトンに就いては 1948 年 8 月第一回調査を行つたが 1949 年 7 月再び中海の湖沼調査を行い前回調査出来なかつた美保湾，境水道附近及米子地区の採集を爲し得たのでその結果を報告する。この調査に援助と御協力を賜つた本所の吉田，松井各教授並に増殖科学生二年の諸氏に深く感謝の意を表する。

II. 調査方法　この調査は本所増殖科二学年生の増殖実習に際し松井教授指導の下に学生が 7 月23日に St. 1～5 を 26 日に St. 6～19 28 日に St. 20～27 を観測採集した材料を供試したものである。採集地点は Fig. 1. に示した，プランクトンの採集には口径 30 cm 長さ 1 m のミユーラーガーゼ No. 20 を使用し，垂直採集を行いフォルマリンで固定し，教室で検鏡したものである。

III. プランクトンの組成 (Table. 1)

* 第二水產講習所 研究業績 第 13 号
(昭和 25 年 3 月 29 日受理)

a. 植物性プランクトン

植物性プランクトンは総数 28 種を検出したが其の中硅藻類は種類及量の上からも優勢で 25 種を検出し，植物性プランクトンの殆んど大部分を占めていた。硅藻類中重要なものはRhizosolenia semispina, Thalassicthrix nitzschioides, Haemiaulus Hauchii, Chaetoceras decipiens, Nitzschia seriata, Leptocylindrus danicus, Dactyliosolen tenuis であつた。 Thalassiothrix nitzschioides は前回の調査では中海の汽水区に最も優勢を示した種であつたが今回は該区は稍々劣勢であつた。Rhizosolenia semispina は前回普通に見られたものだが今回は逆に優勢を示し全域に見られた。R. acuminata は境水道美保湾に見られたのみである。Chaetoceras 属は前回汽水区の重要種の一つであつたが今度は美保関境水道の海産区にのみ普通に出現した。

前回多かつた Chaetoceras didymus, C. decipiens, C. danicus は今回は汽水区に全然検出されなかつた。この原因は以上の沿岸性プランクトンは境水道の潮流に依りその分布が大きく左右されるものと思考される。 Biddulphia spp. は前回も極く稀に検出されたが今回も同様であつた。 Nitzschia seriata は逆に前回より優勢になり殆んど全域に検出された。N. longissima は海産区に普通に見られた。Leptocylindrus danicus は硅藻類中の重要種で前回より遙かに優勢を示し特に美保湾及米子地区に饒産した。

Eucampia zoodiacusは前回普通に見られた種だが今度は境水道附近に稀に見られた。Dactyliosolen tenuis は境水道附近及米子地区に限られて分布し Climacodium biconcavum は前回同様境水道寄りに少く検出された。硅藻類以外では Trochischia Clevei, Anabaena Flos-aguae は消長は認められず全区とも同様に少なかつた。新に検出された Merismopedia elegans は夜見ケ浜半島寄りの湖岸部に見られたのは特異性がある。

b. 動物性プランクトン

動物性プランクトンは 57 種を検出し其中重要なのは甲殻類及嶢脚類で就中 Oithona nana, Peniiia schmackeri, Evadne tergestina, である。原生動物では Ceratium fusus, Pyrophacus horelogicum, 幼生では斧足類，甲殻類，多毛類の幼生が検出されたが特に甲殻類のナープリス， ホトトギスガヒ (Brachyodontes senhausi) の D 状幼生が多かつた。其の外の動物性プランクトンの種類は多いが量的には何れも貧弱であつた。前回の調査で優勢だつた Ceatium furca, C. fusus, C. tripos. は何れも今回は劣勢になり新に C. bucephalum, C. breve, C. macroceros 等が検出されたが何れも美保湾附近に見られた沿岸性プランクトンである。C. massiliens は前回同様稀に見られたが米子地区には出現しなかつた。以上の種は潮流の影響少ない米子地区には何れも出現しないものと思考される。 Tintinnopsis 属は余り消長を認めず，境水道附近に稍々多く米子地区は貧弱であつた。 甲殻類中前回中海に普通見られた Oithona nana は各区共に多く検出され，この種の適応性の強いことを示している。

Limnocalanus sinensis Poppe は局部的に出現した 元来これは低鹹度の宍道湖に繁殖する種で中海では馬潟水道附近及米子寄りに検出された。前回検出されなかつた Anuraea aculeata, A. longiremis, Microsetella norvegica, Pleuromamma gracils, Candacia bippinnata 等が僅か検出された。枝角類では前年度劣勢だつた Penilia schmackeri, Evadne tergestina は全域に亘り優勢を示した。

輪虫類の Brachionus angularis Gosse. は Limnocalanus sinensis と同様低鹹度性として知られ夏期に宍道湖に繁殖する種で中海の一部に見られたのは馬潟水道により潮流によつて搬出されたものと思考される。

被嚢類では Oikopleura spp. が稀に検出され，毛顎類では Sagitta sp. が前回同様全域にも見られた。中海で養殖されているモガイ (Anadara subcrenata) の幼生は特に中海の湖心部より西南岸に普

通に出現し，ホトヽギスガヒの幼生は之に反して全域に出現した。甲殻類のナープリウスは前年同様全域に亘り稍々優勢を示した。以上二回の調査から夏期の中海の動物性プランクトンとしてTintinnopsis spp. Ceratium fusus, Pyrophacus horologicum, Oithona nana, Penilia schmackeri, Evadne tergestina. Oikopleura spp. が挙げ得よう。

## IV. 考　　察

中海の塩分は場所により変化が認められるが全般的には稍々高鹹度の汽水湖である。即ち本所の赤築・武居に依れば注入水の多い西南側は鹹度稍々低く Cl. 量，表層 8～13‰，底層 10～16‰，境水道及美保湾は表層 16～17‰，底層 17～19‰ を測定した。

中海のプランクトンは境水道，美保湾の高鹹度地区は海産の種類と見做すべきもの多く，其れ以外の低鹹度の地区は汽水産及海産の種類が多い。1948 年 8 月の調査で中海のプランクトンは総種類 53 種を検出したが 1949 年の第二回調査では総数 84 種を検出し前回より 30 種以上のプランクトンを追加した。これはプランクトンの消長にも依るが主として前年度未調査の境水道及美保湾の海産プランクトンが多く検出されたことに原因する。

動物性プランクトンは植物性プランクトンに比し種類に於ては約 2 倍に達したが量的には植物性プランクトンが遙かに優勢であつた。亦今回新に調査した米子水域はプランクトン組成は寧ろ貧弱であつた。該区のプランクトンは総数 32 種で他の水域に比して甚だ劣勢で St. 22 で 13 種，St. 23, 24 では 15 種を検出したに過ぎなかつた。この調査では定量調査を行わなかつたが該区に無酸素層が底層に認められたことからプランクトンの組成と密接な関係があることが思考される。(赤築，武居は，St. 22, 23, 24 で $O_2$ 含有量表面 2,27～2,97 cc/L 底層 0～0.6 cc/L を測定した。)

## V. 摘　　要

1. この調査は 1949 年施行し 1948 年 8 月第回の調査減水の美保湾及米子地区の調査も行つた。
2. 前回の調査で 53 種を検出したが今度の調査で更に 31 種を追加した。
3. プランクトン組成は総種類 85 種よりなり其の中動物性プランクトン 57 種，植物性プランクトン 28 種を検出したが量的には植物性プラックトンの方が優勢であつた。
4. 動物性プランクトン中重要なのは甲殻類，葉脚類で特に Oithona nana, Penilia schmackeri, Evadne tergestina で幼生では甲殻種の幼生が挙げられる。
5. 植物性プランクトン中重要なのは硅藻類で Rhizosolenia semispina, Thalassiethrix nitzschioides, Haemiaulus Hauchii, Chaetoceras decipiens, Nitzschia seriata, Dactyliosolen tenuis, Leptocylindrus danicus である。
6. 前回優勢だつた Chaetoceras didymus, Tintinnopsis nordguisti, Tint. radix, Ceratium furca, Ceratium fusus が劣勢に，反対に前回劣勢だつた Rhizosolenia semispina, Chaetoceras decipiens, Leptocylindrus danicus, Evadne schmackeri, Penilia schmackeri が今回の調査では優勢を示した。
7. プランクトンの種類が増加したことは前回未調査の境水道，美保湾の日本海の沿岸プランクトンが多かつたことに原因する。

## VI. 参 考 文 献


1. 小久保清治: 1941, 津軽十二湖のプランクトンと其の季節的変化 水産学雑誌 第 49 号.
2. 羽田良禾: 1939, 汽水産有孔虫類の研究 IV 中海の有孔虫類 動物学雑誌 第 51 巻第 3 号.
3. 羽田良禾: 1939, 海産及汽水産輪虫類 動物学雑誌 第 51 巻第 7 号.
4. 鳥取水産試験場: 1948, 中海漁業振興概要.
5. 山本孝吉: 1949, 日本陸水産輪虫類 陸水学雑誌 第 8 巻第 3, 4 号.
6. 小久保，德井: 1949, 袴形池及び牛潟沼のプランクトン 日本水産学会誌 第 14 巻第 5 号.
7. 千葉卓夫: 中海，宍道湖の湖沼調査 第一報，中海のプランクトンに就いて 生物に印刷中

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Candacia bipinnata Giesbrecht | | | | | | | | | | | | | r | | | | | | | | | | | | | | |
| Limnocalanus sinensis Poppe var. tenellus Kik. | | | | r | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Penilia schmackeri Richard | cc | c | + | + | + | c | cc | cc | cc | | c | + | + | + | c | | | + | | cc | c | c | + | c | + | | c |
| Evadne tergestina | cc | | | + | c | c | cc | cc | cc | | c | | | + | cc | | c | c | c | c | c | + | + | c | + | r | c |
| Podon schmackeri Richard | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + |
| Calanus vulgaris Dana | | | | | | | | | | r | r | rr | rr | rr | | | | | | | | | | | | | |
| Calanus sp. | | | | | | | | | | r | + | r | r | r | r | r | r | | | | | | | | | | |
| Oikopleura dioica Fol. | rr | r | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oik. longicauda Vogt. | | | | | rr | | rr | | | | r | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oik. sp. | rr | rr | | + | rr | + | r | | | | r | | | r | r | | | r | | r | + | + | | | | | |
| Harpacticus uniremis Kröyer. | | | | | | | | | | rr | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Paracalanus parvus Claus | | | | | | | | | | rr | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sagitta spp. | + | r | | | rr | r | + | + | | | + | + | | r | | | | | | c | + | | | r | + | | |
| Spadelladracs Krohn | | | | rr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nauplius of Balanus | | | | | | | | | | | | | | rr | | | | rr | | | | | | | | | |
| Alima larva | | | | | | | | | | | | | | rr | | | | | | | | | | | | | |
| Zöea of Brackyura | | | | | | | | | | | | | | rr | | rr | | | r | | | | | | | | |
| Polychaeta larvae | | + | + | + | + | r | | r | | + | rr | rr | + | + | + | r | r | + | r | | r | | rr | + | | | + |
| Nauplii of Copepoda | c | cc | + | c | c | c | c | + | cc | + | + | c | c | c | c | + | cc | cc | r | | | c | c | + | + | + | + |
| Larva of Brachyodontes senhausi | + | + | | + | + | + | | | + | | + | c | | + | + | + | c | | c | | c | + | | c | + | + | + |
| Larva of Anadara subcrenata | + | | | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | r | r | |
| Eucope globosa | | | | | rr | rr | | | | | | | | r | | | | | | | | | | | | | |
| Eggs of Pisces | | | | | | | | | | | | | | r | r | + | + | r | r | | | | | | | | |

| Plankton / Station | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C. gibberum Gourret | | | | | | | | | | | | | r | | | | | | | | | | | | | | |
| C. bucephalum (Cleve) | | | | | | | | | | | | | r | r | | | | | | | | | | | | | |
| C. breve (Ost. & Schmidt) Schröder | | | | | | | | | | | | cc | r | | | | | | | | | | | | | | |
| C. tripos O. F. Müller | | | | | | | | | | + | | cc | | | | r | r | rr | | | | | | | | | |
| C. digitatum Schütt | | | | | | | | | | | | | r | | | | | | | | | | | | | | |
| C. massiliens | | | | | | | | rr | | | | | | | | | rr | rr | | | | | | | | | |
| C. macroceros (Ehr.) Cleve | | | | | | | | | | | | | | | | rr | | | | | | | | | | | |
| Sticholonche zanclea | | | r | | | r | | | | | | | | | | + | + | | | | | | | | | | |
| Dinophysis sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | rr | | | | | | | | | |
| Pyrophacus horologicum | + | + | + | r | + | r | + | + | | c | r | cc | + | + | | | | r | | r | + | | | | | + | |
| Peridinium pellucidum | | | | | | | | | | | | | | | | rr | rr | | | | | | | | | | |
| Goniaulax polygramma Stein | | | | | | | | | | | | | | | | | | rr | | | | | | | | | |
| Brachionus angularis Gosse | | | | | | | | | | rr | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anuraea aculeata var. vulga Ehrbg. | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | r | | | r | | | + | |
| Acartia Clausi Giesbrecht | | | | r | | | | | | | | | r | | | | | | | | | | | | + | | |
| Acartia longiremis | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | |
| Oithona nana Giesbrecht | c | + | + | c | cc | | | c | c | | c | cc | cc | cc | cc | c | cc | c | cc | c | c | cc | + | cc | cc | cc | cc |
| Microsetella norvegica Bolch | | | | rr | | | | | | | | | | + | | rr | rr | + | + | + | | | | | | | rr |
| Pleuromamma gracilis Claus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | |

# 魚の成群行動に關する一實驗：個體の大きさを異にする2群が出會つた場合について(註)

## An Experiment on the Shoaling Behaviour in Fish: The Case when two Homotypic Shoals consisting of Large and Small Individuals met with each other

大　島　泰　雄　Y. OHSHIMA

（東大水産実驗所）

On the case when the large and small individuals of fish living in a shoal were brought together into a tank and they aggregated in a new homotypic shoal, does the shoaling keep long or separate? In this paper the author dealt with this problem in the young fish, *Plotosus anguillaris*. The results were obtained as follows: (1) Aggregation or separation is decided by the size-difference, △ L, between large and small individuals (see Table 2). (2) Small individuals are responsible for separation. (3) Stability of aggregation or occurence of separation is variable accorging to the ratio in the number of large individuals to small ones. In general, small individuals are more numerous than large ones, aggregation keeps longer and it is more difficult for separation to occur (see Table 5 and 6).

個体の大きさを異にする 2 つの魚群が何かの機会で混り合つて 1 群となつた時に，その新しくできた群はいつまでもその儘でいるだろうか，それとも再びもとの大きさを異にする個体からなる 2 群に分離するだろうか。こゝではこの点を調べるためにとくに濃密な群をつくるゴンズイの幼魚を使つて水槽実驗を行つた結果について述べる。

実驗に使つたゴンズイ幼魚の群は水産実驗所地先，新舞子沿岸で稚魚網またはタモで掬い獲つたもので，各群をつくる個体の大きさは才 1 表に示してあるとうりである。実驗水槽は水族館の予備槽（156×115×45（水深）cm.）で，その内面はコンクリート生地のまゝである。実驗方法の細い点については実驗別に述べることにする。

Table 1

| Shoal | Body-length (cm.) | | | Number of fishes examined |
|---|---|---|---|---|
| | Range | Mean | ± σ | |
| A | 6.2—4.9 | 5.50 | 0.28 | 160 |
| B | 5.4—4.7 | 5.08 | 0.14 | 180 |
| C | 3.8—2.8 | 3.38 | 0.18 | 237 |
| D | 2.8—2.3 | 2.56 | 0.11 | 322 } 639 |
| | 2.3—1.8 | 2.09 | 0.09 | 317 |

The shoal, D, consists of 2 aggregations differing in size-frequency.

（昭和 25 年 4 月 15 日受理）
（註）科学研究費による研究。

Table 2

| Combination of two shoals | Difference in size, △ L (cm.) | $L_s/L_b$ | $\triangle L/L_b$ | $\triangle L/L_s$ | Aggregation (+) or Separation (−) |
|---|---|---|---|---|---|
| A : B | 0. 42 | 0. 924 | 0. 076 | 0. 083 | + |
| $D_1$ : $D_2$ | 0. 47 | 0. 807 | 0. 184 | 0. 225 | + |
| C : $D_1$ | 0. 82 | 0. 757 | 0. 243 | 0. 320 | + |
| B : C | 1. 72 | 0. 655 | 0. 335 | 0. 503 | − |
| A : C | 2. 18 | 0. 614 | 0. 396 | 0. 645 | − |
| B : $D_1$ | 2. 52 | 0. 504 | 0. 496 | 0. 984 | − |
| A : $D_1$ | 2. 94 | 0. 465 | 0. 534 | 1. 148 | − |

$L_b$ and $L_s$ showing respectively the body-length of large and small individuals.

Table 3

| Shoal No. | Difference in size, L (cm.), between Maximum and Minimum individuals in a shoal | $L_s/L_b$ | $L/L_b$ | $L/L_s$ |
|---|---|---|---|---|
| A | 1. 3 | 0. 790 | 0. 210 | 0. 265 |
| B | 0. 7 | 0. 870 | 0. 130 | 0. 149 |
| C | 1. 0 | 0. 737 | 0. 263 | 0. 357 |
| D | 1. 0 | 0. 643 | 0. 357 | 0. 435 |

実験 1（予備実験）才 1 表に示した魚群の中 D 群はその体長頻度分布を調べると明かに $D_1$ 及び $D_2$ の 2 群に別けられるが（才 7 表参照），採集したときには同一群をつくつていたのであるから，この程度の体長差では簡単に分離が行われるとは考えられない。採集材料の他の 3 群は単一の体長分布を示す群であつた。各群を 2 つづゝ組合せて水槽に入れると A 群と B 群及び C 群と D 群は永く 1 群となつて集合しているが，他の組合せでは簡単に分離する。これ等の関係を表に纒めると才 2 表のようになる。また各群について群を形成する個体の最大と最小とについて才 2 表と同様に体長差（△L, cm.），体長比（$L_s/L_b$，但し $L_b$, $L_s$ は夫々大及び小個体の体長），その他を求めると才 3 表のようになる。いま，こゝで群をつくる個体の大小について集合又は分離の限界を決めるには実験材料が聊か不充分であるが，才 2 表と才 3 表とからゴンズイの幼魚では $L_s/L_b$ が 0. 65 前後の場合にその限界があるように考えられる。

実験 2　実験 1 では混り合う 2 群の個体数が夫々相当多数の場合について単に分離するかしないかを予備的に調べたのであるが，こゝでは分離の場合についてより詳しく調べよう。

実験材料は B と C 群であり，これ等の群から任意の個体数（N）をとりだして実験水槽に放し，両者が出会つて 1 群となつた時から 30 秒間隔に続けて 20 回即ち 10 分間その集合又は分離の状態を観察記録した。各実験について集合又は分離の程度を表現するために便宜上次の方法を試みた。上に述

べたようにして行つた 1 実験 20 回の観察記録の中，小なる個体の最も多くが分離した回の記録をとつて，N 尾の小個体の中 10〜9/10 が分離したのであつたならば −2，0〜1/10 が分離したときには +2 とし，その中間の場合即ち 2〜3/10，4〜6/10，7〜8/10 のときには夫々 +1，0，−1 として，同一条件のもとで繰返して行つた 3 又は 4 回の実験結果を平均して得た数値で集合又は分離の程度を現わすことにした。だからその数値が +2 のときには全く分離しないことを，また −2 のときには完全に分離したことを示すことになる。なお，この場合小個体の分離のみを取扱つた理由については後で述べる。

以上の説明を判り易くするために N が夫々 5 尾からなる B 群と C 群が混り合つた時の 1 観察例について述べる。この観察記録は才 4 表に示すとおりである。表の記録によると 10 回目の観測で即ち 5 分後に夫々大小の個体からなる 2 群に完全に分離したことが判るだろう。但し水槽中ではこの状態は永く続かず再び両者は混合した。この実験例で上述の分離の程度は −2 となる。また群の分離は小個体が 1，2 尾づゝ分離することから始まることも表に現われている。

Table 4

| | Observation at 30 seconds intervals | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Number of small individuals separated | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 |
| Number of shoals of small individuals | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (2) | 1 (2) | 1 (5) | 1 (5) | 1 (4) | 0 | 0 | 0 |
| Values showing aggregation or separation | +1 | +1 | +1 | 0 | 0 | 0 | 0 | −1 | −2 | −2 | −2 | −2 | +1 | +1 | +1 |

The last 5 times of observation being ommitted from this table.
Figures in parenthesis showing the number of individuals in a shoal.

上に述べた方法で B と C 群について両者の個体数の割合を 2 N : N，N : N，及び N : 2 N として集合又は分離の程度を調べよう。N が 1，2，5，10，25，50 の場合について実験した結果を取纒めると才 5 表のようになつた。この表が示すように，2 N : N の場合に完全分離（−2）の生ずる限界は N＝

Table 5

| Ratio in number of large individuals to small ones | N | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 |
| N : 2 N | +2 | +2 | +2 | +0.5 | 0 | — |
| N : N | +2 | +1.3 | −1.3 | −2 | −2 | −2 |
| 2 N : N | +2 | +1.3 | −2 | −1.5 | −2 | — |

Figures showing the degree of aggregation or separation; −2, small individuals separating completely from large ones, and +2, aggregation being stable and no separation.

5 であるのに，N:2N では N > 50 である。このように群の中に小個体より大個体が多く混り合つた場合にはその反対の場合よりも分離が起り易いと考えてよいだろう。

群の分離は殆んどいつでも小個体の分裂から始まり，大個体は分裂しかけても多くの場合はもとの群に戻る。またどの実験でも大小の個体が混り合つた群は単一の大きさの個体からなる群よりも個体間の間隔が広まり，従つて群の占める空間が大となる（少くとも見た眼にはこのように観察される）。大小の個体が混り合つた 1 群から小個体が分離するしかたは幾つかの型に別けられるだろうが，その基本的なものを挙げると次のようになる。(1) 1 尾の小個体が跳ねとばされたように群からはずれ，その時もとの群（原隊）との間に相当な距離の開きができると分離する。同時に他の小個体がこれに誘引されてともに分離することがある。(2) 原隊が拡がつて大小両個体を含むその一部が原隊と異なる方向に泳ぎだした時，大個体は多くの場合直ちに原隊に戻るけれども小個体は取り残されて結局分離する。このとき分離する小個体の数は (1) の場合より多いのが普通である。(3) 群の最後部に位置する小個体が群の游泳速度が速くなつた時又は游泳方向が変つた時に取り残されたかたちで分離する。(1) の起る原因は大個体同志がとる個体相互間の調節された距離（PARR, A. E. (1927)[1]）が小個体のそれと異なるために，小個体が大個体に接近しすぎてその調節がやぶれる点にあると考えられ，また (2) 及び (3) の起る原因には大小両個体の間に運動速度の相異及び成群反応の強弱特に誘引距離の相異があることが関係しているように思われる。しかしこのような分離の原因及び上に述べた群の占める空間の大きさに関係のある問題については今後もつと詳しく調べる必要がある。

実験 3　こゝでは大小両個体の何れか一方の数を極端に少くした場合として，初めに両者の個体数の比 20:20 を基準にとりその各々の場合について実験を行つた結果について述べる。なお，更に B と C 群の他に B と D 群を組合せて個体の体長差 △L 又は $L_s/L_b$ が異なるときに分離の状態が異なるかどうかについても調べた。他の実験操作は実験 2 と同様である。

Table 6

| Ratio in number of large individuals to small ones | Combination of shoals | |
|---|---|---|
| | B : C | B : D |
| 20 : 2 | − 2 | − 2 |
| 20 : 5 | − 2 | − 2 |
| 20 : 10 | − 2 | − 2 |
| 20 : 20 | − 2 | − 2 |
| 10 : 20 | + 0.5 | − 1.3 |
| 5 : 20 | + 2 | − 0.7 |
| 2 : 20 | + 2 | + 1.7 |

実験結果（才 6 表）によると，小個体が大個体より少数であるときには常に完全分離が行われ，また一方，群の中に大個体を含む割合が小になるほど分離の程度が小となる。即ち分離し難い状態となる。△L の異なる群の組合せの場合には △L の大なる組合せの方が分離し易い状態にあると考えられる。

Table 7

| Class of Body-length (cm.) | Jul. 29 1939 (A) | Jul. 30 1939 (A) | Jul. 31 1939 (A) | Aug. 4 1939 (A) | Aug. 9 1939 (A) | Aug. 11 1939 (A) | Aug. 21 1939 (A) | Aug. 26 1939 (A) | Aug. 28 1949 (B) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 66—65 | | | | | | | | | |
| 64—63 | | | | | | | | | |
| 62—61 | | | | | | | | 2 | |
| 60—59 | | | | | | | | 4 | |
| 58—57 | | | | | | | | 17 | |
| 56—55 | | | | | | | | 37 | |
| 54—53 | | | | | | | | 15 | |
| 52—51 | | | | | | | | 6 | |
| 50—49 | | | | | | | | 1 | |
| 48—47 | | | | | | | | 1 | |
| 46—45 | | | | | | | | | |
| 44—43 | | | | | | | | | |
| 42—41 | | | | | | | | | |
| 40—39 | | | | | | | 9 | | |
| 38—37 | | | | | | | 103 | | |
| 36—35 | | | | | | | 165 | | |
| 34—33 | | | | | | | 54 | | |
| 32—31 | | | | 3 | | | 7 | | |
| 30—29 | | | | 33 | | | | | |
| 28—27 | | | | 111 | | | 1 | | 54 |
| 26—25 | | | | 108 | | 1 | | | 227 |
| 24—23 | | | 1 | 23 | 1 | 4 | | | 58 |
| 22—21 | | | 1 | 8 | 1 | 170 | | | 188 |
| 20—19 | 40 | | 1 | | 95 | 97 | | | 114 |
| 18—17 | 208 | 13 | 211 | | 216 | 2 | | | 8 |
| 16—15 | | 284 | 86 | | 85 | | | | |
| 14—13 | | 2 | | | 15 | | | | |
| 12—11 | | | | | | | | | |
| Total examined | 248 | 299 | 300 | 286 | 403 | 294 | 339 | 83 | 639 |
| Total caught | 248 | 787 | 1156 | 286 | 903 | 294 | 339 | 83 | 639 |
| Maximum | 1.9 | 1.8 | 2.4 | 3.1 | 2.4 | 2.5 | 4.0 | 8.2 | |
| Minimum | 1.7 | 1.4 | 1.5 | 2.1 | 1.4 | 1.8 | 2.8 | 4.7 | |
| Average | 1.81 | 1.59 | 1.69 | 2.65 | 1.75 | 2.08 | 3.58 | 5.55 | |
| $\pm\sigma$ | 0.04 | 0.04 | 0.08 | 0.18 | 0.15 | 0.08 | 0.18 | 0.24 | |

The materials (A) collected at the coast of Misaki Marine Biological Laboratory, (B) at Shinmaiko (see Table 1, D).

考　察　以上述べたことを要約すると，ゴンズイ幼魚の成群では大小の個体が出会つて集合したとき，それがいつまでも集合しているか，または分離するかは才一に両者の体長差（$\Delta$ L）又は体長比 $L_s/L_b$ の大小によつて決定され，また $\Delta$ L 又は $L_s/L_b$ が大なる場合であつても両者の個体数の比がこれを決定する要因となる。即ち小個体の数より大個体の数の方が多い場合にはその反対の場合よりも

分離が生じ易い。分離が生ずるときには，小個体の分離がその原因となる。

夏に沿岸で採集されるゴンズイの幼魚を 1 群づゝとつて，これを形成する個体の大きさの組成を調べると，オ 7 表のように多くの群が単一の組成をもち，その体長頻度分布は略々正規分布に近い形をとる。オ 1 表の D 群のように 2 群が集合したと思われる例は極めて稀れである（オ 7 表，(B)参照）。広い海のことであるから，稚魚の時代に形成された大きさの同じ個体からなる群はそのまゝ他の群と出会う機会がなく成長するだろうし，また幼魚と成長した魚又は年齢の異なる魚群は棲息場所が異なることが多いから，この場合にもそれ等は互いに出会う機会がないと考えられる。自然の状態に於て単一組成をもつ魚群があるということの説明は常識上一応このようにすることができるけれども，この実験結果から考えられるようにそれは単に機会によつてのみ決定される事象ではなく，魚群のもつ特性もまた関与することを考える必要がある。なお，オ 7 表に揭げてあるゴンズイ幼魚の各群の体長組成には必らずしも完全な正規分布を示さないものがある。このような場合の分布形は上に述べた特に実驗 3 で述べた結果から考えられる形（群の平均体長が最小個体の側に偏する等）と一致するようである。

魚の群をつくる性質又は成群反応は種類によつて强弱があり，また質的にも相異がある（大島（泰）(1948)[2])。だからゴンズイの幼魚について得た実驗結果がそのまゝ他の総ての種類にあてはまるとは考えない。しかし天然に於て漁獲される魚群で単一の体長組成をもつものはゴンズイ以外にも多く知られて居り，特に SCHAEFER, M. S. & MARR, J. C. (1948)[3] は Yellowfin Tuna (*Neothunnus macropterus*) についてこの点を指摘している。また年齢の異なる個体群又は大小の個体群が分離する傾向をもつということは松井・嘉成 (1940)[4] のコイルに関する実驗や木村 (1934)[5] の生簀中に飼われたマイワシの成群行動に関する観察記録からうかがわれることである。

とにかくこの実驗は未解決の面を多く残しているけれども，私はこれを出発点として將来次の諸点を調べてゆきたいと考える。(1) 漁獲される 1 群の体長組成を他の多くの魚種について調べる。(2)異種成群 (Heterotypic Shoal) の場合にもこゝで述べたと同じ事象がみられるかどうか。(3) 小個体の分離する原因を調べる。特に 1 群の占める空間の大きさが群の狀態，種類によつてどのように変化するかを調べる。等。

〔引 用 文 献〕


1) A. E. PARR (1927) A contribution to the theoretical analysis of the schooling behaviour of fishes. Occasional Papers of the Bingham Oceanographic Collection, No. 1.

2) 大島泰雄 (1948) 魚の成群反応に関する一実驗. 日本水產学会誌，Vol. 13. No. 16, p. 275—278.

3) M. B. SCHAEFER and J. C. MARR (1948) Contributions to the biology of the Pacific Tunas. Fishery Bull. of the Fish and Wildlife Service, Vol. 51, Fish. Bull. 44, p. 197—200.

4) 松井 魁・嘉成三郎 (1940) 魚群体に関する一実驗. 水產硏究誌，Vol. 35, No. 4, p. 107—110.

5) 木村喜之助 (1934) 狭い場所に馴らされたイワシの游泳狀態に関して. 日本水產学会誌，Vol. 3. No. 2. p. 87—92.

# 繰返し荷重に對する網絲の一性質

# The Nature of Netting Cords in the Repeated Load

安田秀明　H. YASUDA

(水産講習所)

This report inform the result of measurement of the elongation and the contraction of the netting cord, applying periodically and repeatedly the load, in order to know the nature of elastic hysteresis of netting cord.

網絲の伸長に及ぼす荷重時間の影響については，寺田・古沢・田内[1]及び安田[2]の報告がある。荷重による伸びの機構について田内博士[3]は，綿絲を構成する単子が common helix をえがくものとして，荷重と伸長との間の関係を導き，荷重のために生ずる単子の張力は網絲を圧縮してその太さを縮め長さを増すものであることを明かにした。

本文では荷重を繰返すにつれて起る網絲の長さの変化を測定* した結果について報告する。実験の装置は先の場合とほゞ同様である。予め網絲の弛みによる伸びを取去り，常に絲を鉛直に保つ為の小荷重 $W_0$ を 12 時間垂下しおきたる後，一定荷重 W をこれに附加して T 時間後の絲の長さの変化を測定する。次に附加した荷重 W だけを取去つた時から更に T 時間放置して再びその長さを測る。爾後同様に荷重 W (これを繰返し荷重と呼ぶ) を T 時間毎に T 時間づつ繰返して荷重し，それらの場合の長さの変化を測定した。

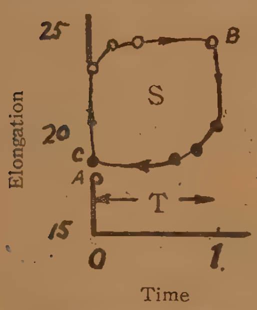



Fig. 1. Elongation of the cord in T hours loading ($W_0+W$) and the course of contraction ($W_0$). Cotton cord ($\nu=6$): $W_0=50$ gr, $W=1.0$ kg, $T=1$ hr.
○ Load: $W_0+W$　　● Load: $W_0$

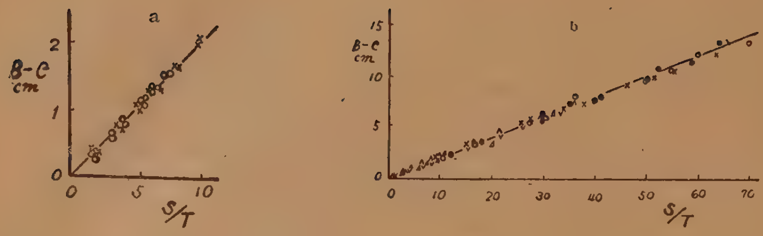
特に繰返し荷重に対して網絲の伸縮する途中の変化を測定した結果から，横軸に時間を縦軸に絲の伸長をとつて荷重 ($W_0+W$) 時に於ける長さの変化を図示し，次に荷重を $W_0$ だけにした時から後の長さの変化は時間の軸を前と逆にとつて描かれる一つの図形について，その面積 (S) を求めた (Fig. 1 参照)。

繰返し荷重才 n 回目の絲の初めの長さを A, T 時間荷重後のものを B, 繰返し荷重を取去つて更に T 時間放置後のものを C とすると，繰返し荷重を T 時間取去つたが爲に絲の伸の戻つた長さ B—C の値は S/T に正比例して変化する (Fig. 2, a・b にその例を示す)。この関係は大体絲を常に引張つ

(昭和 25 年 5 月 1 日受理)

1) TERADA T., T. HURUZAWA and M. TAUTI: On the elastic time-effect of silk yarn. Proc. Phys. Soc. Japan, 3 (8), 1916.
2) 安田秀明: 網絲の伸長と荷重時間 日本水産学会誌 7 (3) 昭和 13 年。
3) 田内森三郎: 網絲の研究 II 網絲の荷重と伸びとの關係 水産講習所試驗報告 23 (3) 昭和 2 年。

* 2 標示間の距離を 185.0 cm にし，3 本宛の平均値を求めた。




Manila hemp cord (0.7 monme)
T: ○ 1 hr, × 2 hr
$W_0$=150 gr, W=0.5～3.0 kg

Cotton cord ($\nu$=4)
$W_0$=14 gr : ○ n=1, ● n=2, × n=3.
$W_0$=150 gr : ∧ n=1, ∨ n=2, △ n=3.
T=1 hr, W=0.05～1.45 kg

Fig. 2. Relations between B—C and S/T.
(a) Manila hemp: and (b) Cotton cord.

ている荷重 $W_0$, 繰返し荷重 W, 繰返し週期 T 及び繰返し回数 n の大小にも拘わらないし, 絲を構成する纖維が歡纖維のものと硬纖維のものとでも大差のないことがわかつた。

繰返し荷重に対する絲の伸縮の変化をみるために, 才 n 回目の T 時間の繰返し荷重の爲めに絲の伸びが元へ戻らなくなつた長さ C—A と, 繰返し荷重を T 時間取去つたが爲めに伸びの戻つた長さ B—C との別々の繰返し回数に対する関係を図示した (Fig. 3, a・b にその一例を示す)。図中線の切れているのは其の間 (14 日, 7 日) 繰返し荷重を取去つたまゝ休止した。

これによると, (1) 絲の伸びの元へ戻る長さ (B—C) は何れの絲でも漸次減少してそれぞれの一定値に近ずくが繰返し荷重 W の大きいほどいくらか遅れて一定になる。元へ戻らなくなる長さ (C—A) は繰返し荷重の大小及び撚りの强弱に拘らず一定値零に近ずく。(2) 繰返し荷重を取去つたまゝ永らく放置すると一部分元の狀態に戻る傾向がみられる。(3) 毎回の測定値がほゞ同樣に増減しているのは主として濕度の影響のためである。特に Fig. 3, a の場合の全体の傾向は, これと同時に測定した濕度の変化の傾向とよく一致していた。(4) 市販の綿絲・ラミー・マニラ麻・南京麻及び日本麻についてもこれとほゞ同樣な結果が得られた。(5) 繰返し荷重を取去つた場合に元へ戻る絲の長さ (B—C) が繰返し回数 n に対して減少する初期の狀態は B—C=a—b log n によつて表わされる。常数 a, b はともに繰返し

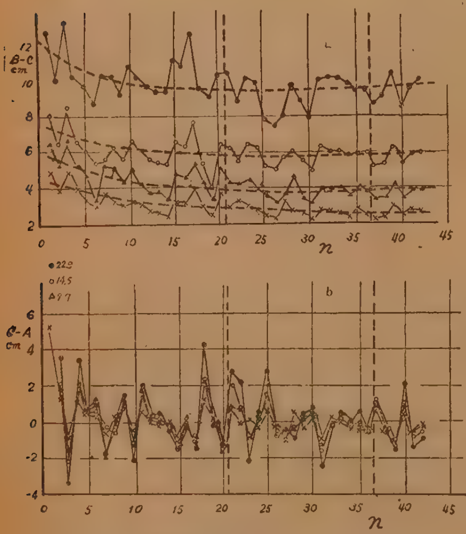
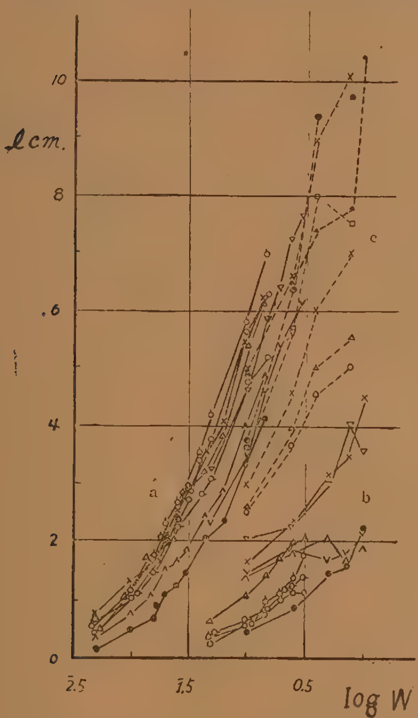



Fig. 3. Relation between the repeated number n and (B—C) or (C—A), Cotton Cord ($\nu$=20).
● (642, 84), W=7.5 kg ○ (267, 49), W=5.0 kg △ (642, 84), W=1.0 kg × (247, 29), W=1.0 kg (lower twist, upper twist/50 cm) $W_0$=100 gr, T=24 hr.

荷重 W の大きいほど大きくなるような傾向がみられた。




← Fig. 4. Relation between l and log W.

a. Cotton cord

| Mark | ν | $W_0$ gr | T hr. | n |
|---|---|---|---|---|
| × | 4 | 50 | 8 | 16 |
| ○ | 6 | 〃 | 9 | 8 |
| ○ˈ | 〃 | 〃 | 2 | 4 |
| ○- | 〃 | 〃 | 8 | 15 |
| ● | 10 | 100 | 24 | 16 |
| △ | 20 | 50 | 8 | 14 |
| ▽ | 〃 | 100 | 〃 | 〃 |
| ∧ | 30 | 50 | 〃 | 18 |
| ∨ | 〃 | 100 | 〃 | 〃 |

b. Netting cords

| Mark | Kind | $W_0$ | T | n |
|---|---|---|---|---|
| × | Ramie | 50 | 24 | 35 |
| ▽ | China | 〃 | 〃 | 〃 |
| △ | hemp | 100 | 8 | 16 |
| ○- | Manila | 〃 | 〃 | 15 |
| ● | hemp | 〃 | 24 | 35 |
| ○ | | 150 | 1 | 8 |
| ○ˈ | | 〃 | 2 | 4 |
| ◇ | Japanese(0.7)<br>hemp(1.0) | 50<br>100 | 24<br>〃 | 35<br>〃 |

c. Cotton cord ν=20

| Mark | Lower twist* | Upper twist* | $W_0$ | T | n |
|---|---|---|---|---|---|
| ○ | 642 | 84 | 50 | 24 | 42 |
| ○ˈ | 500 | 80 | 〃 | 〃 | 〃 |
| ○- | 331 | 59 | 〃 | 〃 | 〃 |
| ○ˌ | 261 | 49 | 〃 | 〃 | 〃 |
| ◇ | 247<br>193 | 29<br>22 | 〃<br>〃 | 〃<br>〃 | 〃<br>〃 |
| ● | (Ready made) | | 〃 | 〃 | 35 |

* per 50 cm.

繰返し荷重に対して伸縮する長さ (B—C) の値がほゞ一定になつてから後の平均値即ち繰返し荷重に対して絲が彈性的に伸縮する長さ l と繰返し荷重の大きさ W との関係をしらべてみた (Fig. 4)。

(1) 単子当りの張力が余り大きくなく，繰返し回数が相当多ければ，繰返し週期の大小によつて大差なく何れの網絲でも繰返し荷重が大きくなるほど絲が彈性的に伸縮する長さは漸次增大する。網絲が繰返し荷重 W に対して彈性的に伸縮する長さの絲の最初の長さに対する割合を δ とすると，田内博士の荷重に対する伸びの割合の場合に於けると全く同様な関係がみられ，$\log\left[(1+\delta)\frac{d\delta}{dW}\right]$ の

値が W に対して直線的に減少することが知られた。(2) 撚りの強さの異なる同番手同号数の綿絲についての結果から，単位長さ当りの撚りの数が多いものほど絲が弾性的に伸縮する長さは著しく大きいことが知られる。

Fig. 5. Relation between l and L. →

Netting Cord

○ Cotton cord (ν=20), ● Ramie (0.7)

× Chaina hemp (0.7), △ Japanise hemp(0.7)

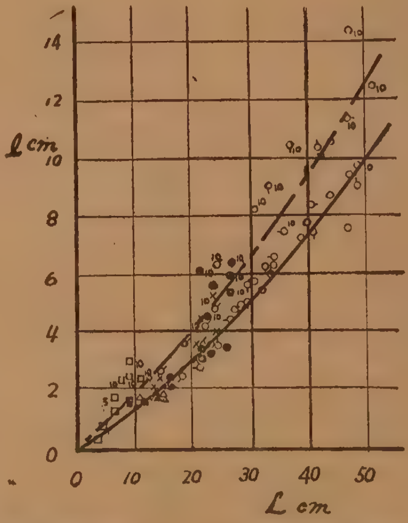
▲ Japanise hemp (1.6), □ Manila hemp(0.7)

Cotton Cord (ν=20)

Right twist: (642, 84) (500, 80)

(331, 59) (261, 49)

Last twist: (247, 29) (193, 22)




繰返し荷重に対して網絲が弾性的に伸縮するようになつてから後の荷重時に於ける伸長の平均値（これを繰返し荷重時の終局の長さと呼ぶ）を L とすると，弾性的に伸縮する絲の長さ l は，大体網絲の種類・撚りの強弱に拘らず L の値が大きいものほど大きくなつている (Fig. 5)。繰返し荷重をしてゆく途中で切断したもの（図中 記号のわきに荷重 (kg) を付す）についても，これとほゞ同様な関係がみられる。数回乃至十数回の繰返し荷重後に切断の起つた絲では L の同じ値に対する l の値が多少大きくなつているのは，主として Fig. 3, a の関係によるものである。

網絲の繰返し荷重に対する伸長を測定すると同時に，同じ長さの網絲について同期間同じ重さの荷重を据置にした場合の伸長を測定した結果によると，荷重を繰返した絲の荷重時の終局の長さが据置荷重に対する網絲の伸長にほゞ等しくなり，この間の関係もまた網絲の種類や撚りの強弱によつては大差のないことがわかつた。

何れの網絲でも荷重による伸びの終局の長さが荷重の大きさだけで定まり，其の間荷重を据置にするか繰返すかによつて相違を生じないこと，繰返し荷重に対して絲が弾性的に伸縮する長さと繰返し荷重との関係が一定時間荷重した場合の網絲の伸長と荷重との関係とほゞ同様の傾向を有することとを併せ考えると，繰返し荷重に対する撚絲の伸縮は荷重の爲に生ずる単糸の張力が網絲を圧縮してその長さを伸張し，単子の張力が弛緩すれば撚り絲を構成する纎維の弾性の爲に網絲の太さを増して長さを短縮するものと考えられる。

多大な労をわずらわした水野武雄君と松岡靜枝さんと，測定を行つた妻芳子とに感謝する。

# マイワシの魚群體とその洄游系統について*

## On Stock and Migration-course of Japanese Sardine, *Sardinia melanosticta* (T. and S).

安田秀明・酒井　健
H. YASUDA and T. SAKAI
（水產講習所）　（北海道水產試驗場）

Some discussions on the fishing season, on the course of migration, on such facts in question and and on problem of the stock of *Sardina melanosticta* (T and S) are given in this article analysing the reports on the size of the fish catched, sent to us from 174 fishing guild.

宇田・岡本両氏[1]は 1918—30 年の日本海のイワシ漁況を吟味した結果から，刺網でとられる大羽の漁期は九州西岸で 1～4 月，その北岸では前年の 12～4 月，能登半島以南では 2～5 月であるが，それより以北では 4～6 月に，北海道では 5～7 月，樺太では 7～9 月にとられる。中羽は南部では大羽の初漁期に，北部ではその終了期頃にとられる。朝鮮東岸では慶南で 3～7 月に，江原道で 4～6 月に，咸北では 6 月に初まつて 10 月に終るが，特に江原道では 9～11 月に地曳・巾着網で中羽がとれることを述べた。田内・三善両氏[2]は漁獲高の関聯の度合を求めて本州の日本海岸・岩手県以北の太平洋岸・北海道一帯は同一魚群体に属することを述べ，田内博士[3]は漁獲統計を解析して九州沿岸・太平洋岸・日本海岸・朝鮮東岸の四地域についての期別年齢組成と年齢別漁獲尾数とを求めて，〇年魚はほとんど房総以南の太平洋岸と九州西方沿岸とに限られ，1 年魚以上は本邦沿岸のいたるところでとられるが比較的 1 年魚は太平洋沿岸一帶，2 年魚は房総以北の太平洋岸から日本海岸と朝鮮東岸をへて九州西岸に亘り，3 年魚以上は朝鮮東岸に多く，特に九州西岸では 1 年魚が多く 2・3 年魚は少く 4 才魚以上のものは產卵期のみに顯われることを示した。田内博士[4]はその後漁獲量指数を比較すると同時に期別・体重別漁獲量と発生年次別漁獲量とを調べることによつて，北方洄游が抑制されゝば南方でとられることを確めた。

中井氏[5]及び相川・小西両氏[6]は脊椎骨数を調べた結果からともに產卵孵化の時と所とを異にする群が年を追つて混合することを述べたが，雨宮博士[7-9]らは同じ脊椎骨数の調べから地方的変異の傾向があることを指摘している。

マイワシの洄游路については，A. G. Kaganowsky 氏が太平洋岸に（1）岸沿いと（2）沖合の黑潮沿いと（3）日本海本土沿いと（4）朝鮮東岸沿いとの 4 系統を想定した。相川・小西両氏[6]は年の前半では北上し，後半では南下するが，主として 0 年魚は（1）と（2）を北上して（1）を南下し，1 年魚は（1）を北上して（3）・（4）を南下，2・3 年魚はともに（3）・（4）を北上・南下するものと推定した。

（昭和 25 年 5 月 1 日受理）

* 昭和 22 年 日本水產学会年会 で講演したもの。

1）宇田道隆・岡本五郎三：既往資料による日本海「いわし」漁況と海況との関係。水產試驗場報告 7. 昭和 11 年。　2）田内森三郎・三善清旭：北日本に於けるイワシ，イカ，タラ，の漁況に就いて。日本水產学会誌 8 (2). 昭和 14 年。　3）田内森三郎：マイワシの stock に就て。日本水產学会誌 10 (5). 昭和 17 年。　4）田内森三郎：マイワシの不況に就て。マイワシの漁獲に関する研究 隣組プリント。昭和 18 年。5）中井甚二郎：日本海產マイワシの脊椎骨数と洄游に就て。水產研究誌 33 (10). 昭和 13 年。6）相川広秋・小西芳太郎：まいわし漁業調査 まいわしの年齢と種族に就て。水產試驗場報告 10. 昭和 15 年。　7）雨宮育作・阿部達夫：日本沿岸特に太平洋岸に於けるマイワシの地方的変異に就て。水產学会報告 5 (4). 昭和 8 年。　8）雨宮育作・阿部達夫・塩見，恵海・辻永勝明：日本近海產マイワシの地方的変異，特に脊椎骨数の変異に就て。水產学会報告 6 (1). 昭和 9 年。　9）雨宮育作・田村修：マイワシ当才魚の脊椎骨数と其の変異。水產学会報告 8 (3, 4). 昭和 16 年。

宇田・岡本両氏[1] は (4) の洄游路に於ては北上・南下し，(3) の洄游路に於ては北上するも南下することを認めていない。

マイワシの產卵期及び產卵場については，中井氏[5] は日本海のマイワシの発生場は主として九州西岸であるとし，相川博士[10]は生殖素の重量及びマシラスの出現時と成長とから富山湾以南九州沿岸をへて相模湾に至る区域を產卵場とみとめ，產卵は太平洋岸の 11 月から富山湾の 5 月に亘つて行われるが主として 2～4 月であることを述べている。が，酒向氏[11]は茨城県沖合にも產卵することを認めて，独立した一つの魚群体の存在を予想している。

上述のように魚群の洄游は漁期の移動を地区別に調べても（宇田・岡本），漁獲量の関聯の度合を調べることによつても（田内・三善），地区別・期別の年齢組成と年齢別漁獲高を調べることによつても（田内），その魚群の系統を調べることができるが，地区別・期別に魚体の大きさを調べても洄游の系統が明かにされるであろう。

われわれは本邦沿岸一帯から集めた漁期及び体長の調査資料についてマイワシの魚群体とその洄游系統について再検討を試みた。

マイワシの平年漁況（1938―42 年）について，漁具別・体長別の漁期の調査を本州沿岸及びその附近の漁業組合に依頼して，174 組合から延漁具数 284 統についての資料を得た。

漁具別・体長別・地区別に漁期の頻度数を求めてみると漁具の種類によつて漁獲される魚の体長範囲は大別せられるも，成魚・未成魚別にみて漁期の最大頻度をもつ時期は漁具の種類によつては大差のないことがわかつた*。よつて 11 月から翌年の 4 月まで（主として產卵期）と 5 月から 10 月までの 2 期に分けて地域別の体長頻度数を求めてみた。Tab. 1 から，(1) 產卵期を含む期間にいる成魚群

Tab. 1. Body length frequencies in separate fishing season and locality

| Season | November～April | | | | | | | May～October | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Body length (SUN) / Locality | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7～8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7～8 |
| Hokkaido (P. O.) | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 6 | **12** | **15** | **21** | **21** |
| Aomori | 0 | 0 | 6 | 6 | 0 | 3 | **9** | 0 | 0 | **11** | **11** | 0 | **20** | **32** |
| Iwate | 0 | 0 | 4 | **14** | **12** | 4 | 2 | 0 | 7 | **20** | **26** | **27** | **21** | 7 |
| Miyagi | 0 | 0 | 5 | **8** | **9** | 4 | 3 | 0 | 0 | **8** | **15** | **32** | **19** | 7 |
| Fukushima-Ibaraki | 0 | 3 | **10** | **8** | **9** | **10** | 4 | 0 | 3 | **7** | **9** | **9** | 4 | 0 |

10) 相川広秋：マイワシの產卵期及び產卵区域に就て 日本水產学会誌 8 (5) 昭和 15 年。
11) 酒向 昇：茨城県產マイワシの生殖腺に就て（才 1 報）日本水產学会誌 7 (5) 昭和 14 年。
* 宮本秀明氏のイワシ漁獲に関する一考察（マイワシ漁獲に関する研究 隣組プリント 昭和 19 年）及び高山伊太郎・酒井森三郎両氏の重要漁業現勢調査報告 其の三「イワシ」漁業（水產試驗場報告 (7). 昭和 11 年）の結果とほゞ一致する。

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chiba | 0 | 1 | **11** | **23** | **17** | 0 | 0 | 0 | 2 | **10** | **15** | **11** | 3 | 0 |
| Chiba-Kanagawa | 5 | 7 | 7 | **9** | **21** | **16** | 0 | 0 | **10** | **25** | **14** | 7 | 6 | 0 |
| Shizuoka | 3 | **7** | **18** | **17** | **13** | 6 | 0 | 2 | 5 | 7 | **8** | **8** | 3 | 0 |
| Shizuoka-Mie | **15** | **19** | **22** | 8 | 7 | 4 | 1 | **23** | **18** | **26** | 10 | 7 | 4 | 2 |
| Mie-Wakayama | **13** | **11** | 10 | 2 | 1 | 0 | 0 | **25** | **27** | **35** | **17** | 3 | 0 | 0 |
| Setonaikai (E. P.) | 8 | 20 | 20 | 14 | 14 | 7 | 0 | **30** | **62** | **44** | **26** | **31** | 10 | 0 |
| Setonaikai (W. P.) | 11 | **17** | 13 | 3 | 3 | 4 | 2 | **36** | **68** | **44** | 9 | 12 | 5 | 5 |
| Tokushima-Kochi | 13 | **27** | **24** | 5 | 9 | 8 | 0 | **23** | **30** | **17** | 11 | **14** | 4 | 0 |
| Oita-Miyazaki | 0 | 9 | 13 | 10 | 14 | **47** | **41** | 9 | **19** | **20** | 4 | 10 | 12 | 11 |
| Kagoshima (S. P.) | 0 | 1 | 2 | 1 | **5** | **15** | **12** | 0 | **7** | **11** | 4 | 4 | 1 | 2 |
| Okinawa | 0 | 0 | 3 | 3 | **6** | **7** | 2 | 0 | 0 | **7** | **7** | 3 | **8** | **8** |
| Kagoshima (W. P.) | 5 | 9 | 8 | 2 | 10 | **16** | **14** | 2 | **24** | **22** | **18** | **21** | **17** | 0 |
| Kumamoto-Nagasaki | **21** | **22** | 12 | 9 | **18** | 13 | 13 | **27** | **33** | **24** | 9 | 4 | 0 | 0 |
| Nagasaki-Fukuoka | **14** | **18** | **9** | 5 | 6 | 6 | 6 | 4 | **16** | **16** | 7 | 0 | 0 | 0 |
| Yamaguchi-Shimane | 4 | 7 | 5 | 3 | **17** | **32** | **19** | **20** | **30** | **22** | 4 | 7 | 8 | 2 |
| Tottori-Ishikawa | 4 | 16 | 15 | 10 | **25** | **22** | 8 | 8 | **27** | **28** | **18** | 16 | 13 | **17** |
| Ishikawa-Toyama | 0 | 8 | **12** | **16** | 10 | 10 | 5 | 3 | **16** | **31** | **28** | 9 | 9 | 4 |
| Niigata-Aomori | 0 | 0 | 4 | 7 | 3 | 6 | 3 | 0 | 7 | 2 | **13** | **19** | **35** | **24** |
| Hokkaido (J. Sea.) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **4** | **16** | **16** | 4 |

Thick figure show a case more than average in separate locality.

の数が他の期間のものに比べて多い地域を産卵場に最も近い所とみなすと，日本海能登半島以南から九州南岸をへて大分県沿岸に及ぶ地域と本州太平洋沿岸では駿河湾から鹿島灘沿海が産卵場と考えられる。(2) 稚魚の成育する地域は日本海側では，その産卵場と大体一致しているが，太平洋側では，これと異なつて，二つの産卵地域の間にはさまる部分即ち瀬戸内海を含む四国沿岸から遠州灘附近までが主成育場である。(3) 日本海でも太平洋側でも稚魚は成長するに従つて，その一部分が南と北とに広がつてゆき，(4) 産卵を終つた成魚は主として北上することがうかゞわれる。

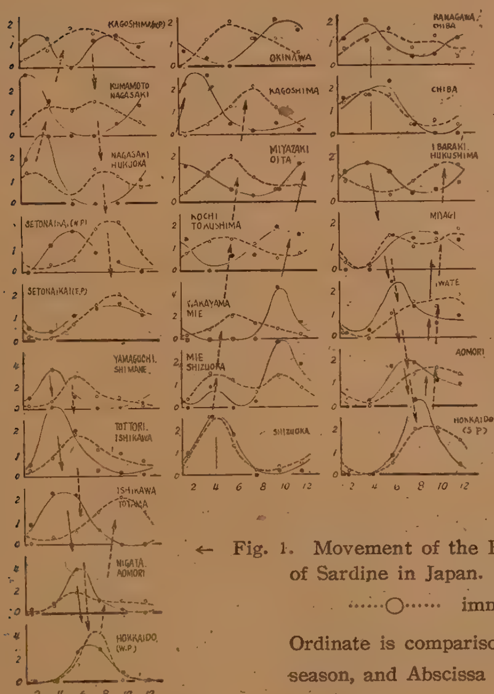
次に漁獲魚の体長範囲を 1～4 寸のもの（未成魚群）と 5～8 寸のもの（成魚群）とにわけて，地域別の漁期頻度数を求めた（Tab. 2)。Tab. 2 から地区別・未成魚・成魚別に漁獲頻度数の平均値に対

Tab. 2. Frequencies of fishing season in separate regions and groups of body length

| Body length | 1. SUN~4. SUN | | | | | | 5. SUN~8. SUN | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Season / Locality (Month) | 1~2 | 3~4 | 5~6 | 7~8 | 9~10 | 11~12 | 3~4 | 5~6 | 7~8 | 9~10 | 11~12 | 1~2 | 3~4 | 5~6 | 7~8 | 9~10 | 11~12 |
| Hokkaido (P. O.) | 0 | 0 | 2 | 8 | 8 | 6 | | | | | | 0 | 0 | 8 | 31 | 18 | 4 |
| Aomori | 4 | 0 | 4 | 8 | 10 | 8 | | | | | | 0 | 3 | 19 | 20 | 12 | 10 |
| Iwate | 2 | 0 | 14 | 21 | 18 | 24 | | | | | | 2 | 4 | 30 | 17 | 8 | 12 |
| Miyagi | 2 | 0 | 9 | 6 | 8 | 11 | | | | | | 0 | 0 | 18 | 16 | 19 | 15 |
| Fukushima-Ibaraki | 6 | 4 | 2 | 6 | 11 | 11 | | | | | | 8 | 10 | 8 | 2 | 3 | 5 |
| Chiba | 14 | 17 | 17 | 4 | 6 | 4 | | | | | | 8 | 9 | 12 | 2 | 0 | 0 |
| Chiba-Kanagawa | 9 | 14 | 22 | 10 | 17 | 5 | | | | | 10 | 10 | 16 | 6 | 3 | 4 | |
| Shizuoka | 9 | 30 | 15 | 3 | 4 | 6 | | | | | 1 | 5 | 13 | 9 | 0 | 2 | |
| Shizuoka-Mie | 9 | 35 | 29 | 16 | 32 | 20 | | | | 12 | 8 | 0 | 4 | 0 | 1 | | |
| Mie-Wakayama | 6 | 21 | 47 | 34 | 23 | 9 | | | | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Setanaikai (E. P.) | 6 | 5 | 27 | 56 | 79 | 49 | 4 | 11 | 14 | 11 | 16 | 6 | | | | | |
| Setonaikai (W. P.) | 7 | 10 | 17 | 63 | 73 | 31 | 9 | 13 | 6 | 3 | 0 | 0 | | | | | |
| Tokushima-Kochi | 22 | 36 | 40 | 33 | 15 | 22 | | | 4 | 11 | 9 | 8 | 0 | 3 | | | |
| Oita-Miyazaki | 6 | 16 | 28 | 15 | 8 | 10 | | | 6 | 13 | 39 | 35 | 28 | 13 | | | |
| Kagoshima (S. P.) | 0 | 2 | 6 | 10 | 6 | 2 | | | 1 | 3 | 1 | 14 | 17 | 3 | | | |
| Okinawa | 0 | 4 | 6 | 4 | 4 | 2 | | | 7 | 12 | 9 | 4 | 2 | 0 | | | |
| Kagoshima (W. P.) | 6 | 1 | 26 | 22 | 18 | 3 | | | 13 | 15 | 10 | 14 | 14 | 0 | | | |
| Kumamoto-Nagasaki | 13 | 36 | 29 | 38 | 29 | 15 | | | | 4 | 10 | 21 | 12 | 0 | 0 | | |
| Nagasaki-Fukuoka | 21 | 15 | 3 | 22 | 18 | 10 | | | | 0 | 3 | 6 | 9 | 0 | 0 | | |
| Yamaguchi-Shimane | 4 | 10 | 44 | 18 | 14 | 5 | | | | | 6 | 14 | 48 | 15 | 0 | | |
| Tottori-Ishikawa | 6 | 17 | 36 | 24 | 20 | 13 | | | | | 1 | 8 | 47 | 30 | 4 | 2 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ishikawa-Toyama | 1 | 6 | 11 | **27** | **40** | **29** | | 0 | 7 | **18** | **17** | 5 | 0 | |
| Niigata-Aomori | 2 | 4 | **10** | 5 | **6** | **6** | | | 0 | 12 | **60** | **15** | 4 | 0 |
| Hokkaido (J. Sea.) | 0 | 0 | **1** | **3** | 0 | 0 | | | 0 | 0 | **15** | **17** | 4 | 0 |

Thick figure show a case more than average in separate locality, immture and mature




する比を求めて Fig. 1 に示した。Tab. 2. と Fig. 1 から次のことが知られる。(1) 広範囲に亘つて洄游する幾つかの魚群体の他に日本海本土側では特に富山湾附近に，太平洋側では本州中部附近にそれぞれ余り大きい洄游をしないとみなされる魚群体があることがうかゞわれる。洄游未成魚群では，(2) 2～3 月に九州北岸から一旦西岸を南下した魚群は，3～4 月に本州太平洋岸中部から南下して九州の西岸に出たものと思われる魚群に合して，6～7 月頃北上し始め 8～9 月に再び九州北岸をへて大部分は瀬戸内海へ入るものと思われる。(3) これより先き 5～6 月に本州の日本海南部から北上して 8～9 月に北海道に達したものは，再び南下して冬期富山湾附近まで帰

← Fig. 1. Movement of the Fishing Centre and Fishing Ground of Sardine in Japan. (1938—1942)

······○······ immature ——●—— mature

Ordinate is comparison to average of frequency fishing season, and Abscissa taken month.

る。(4) 3～4 月に本州の太平洋岸中部から北上して，8～9 月に北海道噴火湾以北にまでも達した魚群は，冬期茨城県沖合まで南下するものゝようである。

成魚群では，(5) 3～4 月に本州の太平洋岸中部から北上し，7～8 月に北海道南岸に達した魚群は，未成魚群の場合とほゞ同様に再び南下して本州中部に及ぶ。(6) これより先 10～11 月に本州中部以南から主として南下する魚群は九州南岸に至り，2～3 月に九州西岸から北上する魚群に合するものゝようである。(7) 九州西岸から日本海に出て北上する魚群は 6～7 月に北海道西岸まで達する。(8) なお未成魚群でも成魚群でも津軽海峡を通じて混合しうる可能性はあるが，本土沿いの両群が大体同時期に出会うから多量な入れ換りはないものと考えた方が妥当である (Fig. 2 参照)。

上述の結果は，宇田博士ら[1]が述べた日本海本土沿いの成魚群の移動とは一致する。が相川博士[12]ら[1]が考えている Kaganowsky (1932) の太平洋本土沿いの洄游路とは中部以南の部分で一致しない。




Fig. 2. Concluded course of migration of the Japanese sardine. (1938～1942).
The figure show month. Mark "( )" show position start to move from place to place of fishing groups.
A: Thick coast line is growth ground of young fish.
B: Thick coast line is spawning ground.

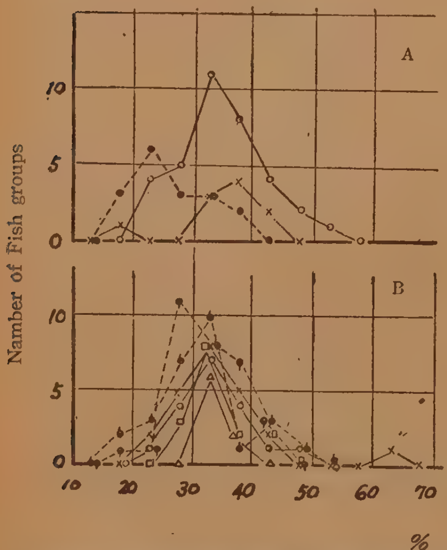



Fig. 3. Rate of mixture of an individual which has fifty vertebral borns in a fish group at each position.
A: Body length < 13 cm.
B: Body length > 13 cm.
○ Pacifie Coast, ● Japan Sea Coast (● Norcth part, ● South part),
× Coast of Hokkaido, □ Coast of Kyusyu, △ East coast of Korea.

しかし，雨宮博士ら[7]が脊椎骨数の平均値が千葉県を界として南低・北高になつていることを指摘されたところとは傾向が一致している。田内博士[9]が年齢によつて主漁場を異にすることを示された点は，太平洋本土側中部以南の成魚が日本海へ移動していることに依つて説明される。なおこの点に関しては次の事実が裏付をしている。

雨宮博士ら[9]の研究によつて，マイワシの脊椎骨数は 48～53 であるが，48 及び 53 のものは極くまれであり，49 及び 52 の個体の混合割合は体長 5 cm 以上のものでは大差のないことが知られている。雨宮博士ら[7-9]・中井氏[5]・相川博士ら[6]が脊椎骨数を測定した既往の資料について，魚群別に脊椎骨数 50 をもつ個体の百分率を求めてみると，Fig. 3 のようになる。一群中に脊椎骨数 50 をもつ個体の混合割合が北海道・太平洋本土側・九州沿岸及び朝鮮東岸でとられたものでは未成魚群・成魚群ともに 33 % 位を含む魚群が最も多く，日本海本土側でとられたものは，これと異なつて，未成魚群では 25 % 内外であるが成魚群ではその他の地域でとられたものと大差がなくなつている。この事実は太平洋側で生れた魚群が日本海へ移動したほどに日本海側で生れたものは太平洋側へ移動していないことを示すものである。即ち，群別平均脊椎骨数のしらべからも，マイワシは日本海へ蓄積されることになる。

体長及び漁期の調査について御協力を賜つた漁業組合と御助言を賜つた川上太左英・竹内能忠の両氏と多大の労を煩わした田中千夫君と森井靜子さんとに感謝の意を表わす。

12) AIKAWA, Hiroaki: On the age and race of the Japanese sardine, *Sardinia melanosticta* (Temminck and Schlegel) Records of Oceanographic Works in Japan 11 (2) 1940.

# 鮫肉の尿素含有量とアンモニヤの生成　第1報

## On the Urea Content and the Ammonia Formation of the Muscle of Shark-Fish. I

須山三千三・徳廣　眞・須山善雄

M. SUYAMA, T. TOKUHIRO and Y. SUYAMA

（東京水産大学）

Respectively by the xanthydrol method[9,1:] and the WEBER-WILSON's method, we have determined the amounts of urea and ammonia (calculated from the amounts of volatile basic nitrogen) in 100 grams of the muscle of shark-fishes as shown in Table 1.

When the muscle of *Prionace glauca* (LINNÉ) is caused to decay at 35°C, the contents of urea was decreased quickly by linear function and after 48 hours all urea was decomposed by the urease of the bacteria. On the other hand, the formation of ammonia was much slower in the early stage of putrefaction as compared to the ammonia calculated from the decreasing amounts of urea, but was more rapidly in the later stage (Fig. 1). At the room temperature of winter (9±2°C), a similar tendency was observed (Fig. 2).

As demonstrated by YAMASAKI[15] and SUMNER[16], we assumed that an intermediate product will be formed in the enzymatic hydrolysis of urea, at least in the limit of this experiment.

水産煉製品原料に鮫肉を混入するときは製品のゼリー強度所謂足が非常に強くなるために業者はよろこんで之を用いて居るが，一般に不快なアンモニヤ臭が強いために消費者は之を嫌つて居る。鮫肉中にアンモニヤが多いのは鮫類（及びエヒ類）が他の魚に比較して極めて尿素の含有量が多いからであつて，此の尿素が漁獲後に附着した細菌のウレアーゼ或は筋肉中に含まれるウレアーゼ[1]に依つて分解されてアンモニヤになるためである。此のアンモニヤは見掛上新鮮な鮫肉に於ても既に多量に含まれているものであつて，それ故筋肉 100 g. 中に 30 mg. のアンモニヤ（揮発性塩基）を含む時を以て腐敗の初期とする従来の考えは少くも尿素量の多い鮫及びエヒに於ては妥当ではないと考えられる。

鮫の各種の組織中に含まれる尿素量に就いては古くより研究があり[2-12]，他の水産動物の場合と比較した研究もあるが[15]，鮫肉の尿素含有量とアンモニヤ量の関係に就いて行つた研究は未だ見当らない。著者等は此の様な見地から本邦産の約 10 種の新鮮な鮫を選んで尿素及びアンモニヤ態窒素（揮発性塩基窒素）の量を測定し，尚腐敗中に両者の値がどの様に変化するかについて研究したので，その結果を茲に報告する次第である。

## 資　料

本研究に使用した鮫は東京及び横浜中央魚市場並びに日魯漁業株式会社久里浜支社水揚場に水揚げされた新鮮なアヲザメ *Isuropsis glauca* (MÜLLER & HENLE)，ヨシキリザメ *Prionace glauca* (LINNÉ)，シュモクザメ *Sphyrna zygaena* (LINNÉ)，カスザメ *Squatina japonica* BLEEKER，ホシザメ *Mustelus manazo* BLEEKER，メジロザメ *Carcharhinus japonicus* (TEMMINCK & SCHLEGEL)，アブラツノ

（昭和 25 年 5 月 1 日受理）

ザメ *Squalus suckleyi* (GIRARD), ツノザメ *Squalus mitsukurii* JORDAN & FOWLER, オナガザメ *Alopias pelagicus* NAKAMURA, ネズミザメ *Lamna cornubiea* (GMELIN) 及びその凍結品であつて, 資料は比較的細菌に依る汚染度の少いと考えられる脊肉の中心部より採取し, ネズミザメの場合のみ頭部の多脂肪区の筋肉より採取した。

## 実験及び結果

尿素の定量には一般にウレアーゼに依る方法が用いられて居るが, 著者等は現今推奨されて居る FOSSE[9] 及び KISCH[12] の xanthydrol 法に依つた。使法した xanthydrol は Kahlbaum 製であるが, メタノール不溶性物質が僅かに存在していた為, 氷醋酸溶液を用いることゝし使用の都度新しく調製した。尿素定量法の大要を述べれば次の如くである。

鮫肉 10～15 g. を秤取し, 少量の水及び海砂を加えて十分擂潰し遠心分離機にかけて透明な上澄液を取り, 残渣には更に水を加えて擂潰遠心分離し, 此の操作を 3 回繰返して透明な抽出液を集め (予備実験に依れば 4 回目以後の抽出液には全く尿素が存在しないことが確められた), 三塩素醋酸にて除蛋白した後一定容 (200～250 c.c.) とし此の中より一定量 (2～4 c.c.) を取つて氷醋酸で 70% 醋酸溶液とした後これに xanthydrol の氷醋酸溶液を徐々に加え, 時々攪拌しながら 1 時間放置し, 生じた

Table 1. The Urea- and Ammonia-contents in the Muscle of Shark-fish.

| Name of shark-fish | Date of catch | Date of experiment | Moisture % | Urea: in 100g. of fresh muscle mg. | Urea: in 100g. of water-free mg. | Ammonia mg. | Sex and condition |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| アヲザメ *Isuropsis glauca* (M. & H.) | 1—15 | 1—24 | 77.82 | 1329 | 5592 | 50.73 | ♀ fresh |
| | 11—15 | 1—17 | 76.90 | 1619 | 7009 | 82.61 | ♂ freezed |
| ヨシキリザメ *Prionace glauca* (L.) | 1—15 | 1—25 | 87.62 | 1319 | 10650 | 77.44 | ♂ fresh |
| | 1—5 | 1—17 | 81.19 | 1279 | 6800 | 41.96 | ♂ ice-stored |
| シュモクザメ *Sphyrna zygaena* (L.) | 1—18 | 1—23 | 78.95 | 1449 | 6884 | 37.39 | ♂ fresh |
| | 1—25 | 2—2 | 77.17 | 1491 | 6581 | 40.06 | ♂ fresh |
| | 1—6 | 1—24 | 76.98 | 1524 | 6620 | 38.52 | ♀ freezed |
| カスザメ *Squatina japonica* B. | 1—18 | 1—23 | 78.16 | 1314 | 6016 | 88.84 | fresh |
| ホシザメ *Mustelus manazo* B. | 1—15 | 1—26 | 74.71 | 907 | 3586 | 117.7 | fresh |
| メジロザメ *Carcharhinus japonicus* (T. & S.) | 1—20 | 1—31 | 77.11 | 1524 | 6658 | 95.95 | ♀ fresh |
| アブラツノザメ *Squalus suckleyi* (G.) | 1—20 | 1—31 | 71.04 | 1343 | 4637 | 21.92 | fresh |
| ツノザメ *Squalus mitsukurii* J. & F. | — | 2—1 | 78.44 | 638 | 2959 | 92.12 | freezed |
| オナガザメ *Alopias pelagicus* N. | 1—20 | 2—1 | 88.11 | 1221 | 10270 | 145.9 | ♂ fresh* |
| | 1—20 | 2—24 | 79.04 | 902 | 4304 | 162.9 | ♂ freezed* |
| ネズミザメ *Lamna cornubiea* (G.) | 1—28 | 2—6 | 68.34 | 1303 | 4112 | 15.37 | ♂ fresh** |
| アヲザメ *Isuropsis glauca* (M. & H.) | 11—15 | 1—17 | | 1525 | | | ♂ drip*** |

* Same body is used.
** This sample was taken from the nape and was very greasy.
*** Obtained from freezed shark-fish above mentioned, and the results are expressed as mg. in 100 c.c. of drip.

dixanthyl-urea の白色雪片状沈澱はグーチ坩堝に集め，氷醋酸で未結合の xanthydrol を洗い去つた後乾燥秤量し，得られた dixanthyl-urea の重量に 0.142857 を乗じて尿素の量とした。

揮発性塩基窒素の量は WEBER-WILSON の減圧蒸溜法に依つて行つた。40～45°C，110 mmHg の条件下で既知量の硫酸アンモニヤに対して蒸溜した時の回収率は 30 分で 95.0％，40 分で 99.3％，45分で 99.8％であつて，同じ条件を筋肉に適用した場合は 45 分で Nessler 試薬に対する反応が僅かに陽性，50 分で殆んど陰性であつた。従つて実際に於ては多少の安全性を見て 60 分間蒸溜を行つた。

以上の方法に依り新鮮な鮫の筋肉について尿素及びアンモニヤの量を測定した結果は才 1 表に示す通りである。

即ち才 1 表に於ては尿素の量はツノザメ，ホシザメには比較的少いが其の他の鮫に於ては 1.2～1.6％の高い値を示して居り，同一種のものに於ては大きな個体差は無いが多少の差は認められ，又同一個体のオナガザメを —10°C の冷蔵庫内に 25 日間貯蔵凍結させた場合には乾物 100 g. に対して約60％の減少が見られた。尚一例であるが凍結アヲザメを解凍した時得られた drip 中にも相当量の尿素が存在して居た。

これらの鮫は何れも外観上極めて鮮度良好のものであるが，揮発性塩基窒素の量は鮫以外の魚について測定された値と比較してかなり多量含まれて居た。

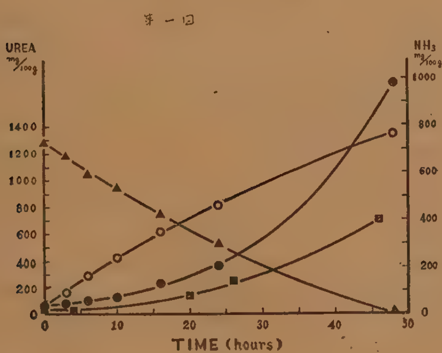



Fig. 1. The decomposition of urea and the formation of ammonia in the course of putrefaction of the muscle of *Prionace glauca* (LINNÉ) at 35±0.5°C.

—▲—▲—▲— Content of urea
—●—●—●— Content of ammonia
—○—○—○— Ammonia calculated from the decreasing amounts of urea.
—■—■—■— Formation of ammania when the muscle of *Sciaena schlegeli* (BLEEKER), which contains no urea, was putrefied in the same condition as control.

次にヨシキリザメ又はシュモクザメの新鮮肉を乳鉢で十分に擂潰し三角フラスコに入れて密栓し恒温槽（35±0.5°C）又は冬期の室温（9±2°C）に放置して腐敗させ，一定時間毎に尿素及びアンモニヤの増減量を測定した結果は才 1 図及び才 2 図に示す通りである。尚対照として尿素の存在を認め得なかつたイシモチ *Sciaena schlegeli* (BLEEKER) の筋肉に就いても同様に処理し、アンモニヤ量の増加を図示した。

才 1 図及び才 2 図に於ては腐敗中に xanthodrol 法で定量される尿素の量が直線的に減少し，それに対してアンモニヤの量が指数曲線的に増加してゆくのが見られ，然して尿素を含まないイシモチの筋肉について行つた場合もアンモニヤの増加は大体同様の傾向を示しているが，その量は鮫の場合に比較して約半量であるのが見られる。

## 考　察

尿素にウレアーゼを作用させる時は，尿素 1 分子は終局に於て 2 分子のアンモニヤと 1 分子の炭酸ガスに分解する。然し乍ら其の中間生成物として青酸[14]又はカルバミン酸アンモニウム[15, 16]が挙げられて居り，現在は後者の生成が一般

に認められて居る。著者等の行つた実験に於ても鮫肉を腐敗させる時は筋肉中に含まれている尿素は，附着した細菌及び筋肉中[1]のウレアーゼに依つて次才に分解されて減少してくるが，その減少量に応じて直ちに計算量に相当するアンモニヤの増加は見られない。即ち実験に依つて得た尿素の減少量からアンモニヤの増加量を算出して之を才1図に示したが，其の曲線と実際のアンモニヤの増加曲線とは平行もせず一致しても居らず，実際には尿素の減少よりもかなり後れてアンモニヤが増加している。SUMNER[16]は尿素に大豆より得たウレアーゼを作用させた時のカルバミン酸アンモニウムの生成は急速であり，此のカルバミン酸アンモニウムに更にウレアーゼを作用させた時の分解は比較的緩徐であることを見ているが，結局本実験に於ても腐敗初期には此の様な中間生成物がかなり生じていたものであろうと推定される。

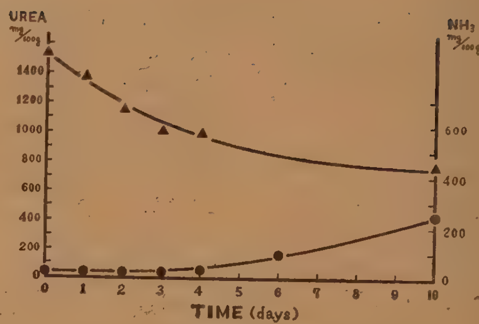



Fig. 2. The decomposition of urea and the formation of ammonia in the course of putrefaction of the muscle of *Sphyrna zygaena* (LINNÉ) at 9±2°C.
—▲—▲—▲— Content of urea.
—●—●—●— Content of ammonia.

本研究は財団法人水産研究会より与えられた研究費に依つて行われた。又研究資料採集に当つては東京都水産煉製品工業協同組合及び日魯漁業株式会社久里浜支社より多大の御配慮を賜つた。茲に併記して謝意を表す。

## 文　献


（1） 森　髙次郎・小林敏雄，昭和 24 年 4 月日本水産学会大会に於て講演.
（2） SCHULTZE, M., J. prakt. Chem., **82**, 1, 1861.
（3） KRUCKENBERG, C. Fr. W., Centralbl. med. Wissensch., 450, 1887.
（4） SCHROEDER, W. v., Z. physiol. Chem., **14**, 576, 1890.
（5） HAMMARSTEN, O., Z. physiol. Chem., **24**, 322, 1898.
（6） BAGLIONI, S., Hofm. Beitr. chem. Phys. u. Path., **9**, 58, 1906.
（7） FÜHNER, H., Z. allg. Phys., **8**, 485, 1908.
（8） DENIS, W., J. Biol. Chem., **13**, 225, 1912; **16**, 389, 1913; **54**, 693, 1922.
（9） FOSSE, R., ROBYN, A., u. FRANCOIS, F., Compt. rend., **159**, 367, 1914.
（10） KAIEDA, J., Z. physiol. Chem., **188**, 193, 1930.
（11） KISCH, B., Biochem. Z., **211**, 276, 1929; Pflügers Arch., **222**, 699, 1929.
（12） KISCH, B., Biochem. Z., **225**, 193, 197, 1930.
（13） 野口栄三郎，日本水産学会誌 **1**, 121, 1932.
（14） FEARON, W. R., Proc. Roy. Soc. LONDON, **39**, 386, 1885; J. Biol. Chem., **70**, 785, 1926.
（15） YAMASAKI, E., Tohoku Imperial Univ. Sc. Rep., Series 1, **9**, 96, 1920.
（16） SUMNER, J. B., HAND, D. B., and HOLLOWAY, R. G., J. Biol. Chem., **91**, 333, 1931.

# 龍飛岬西方30海哩の日本海及び陸奥灣の橈脚類の生態に就て

## The Ecology of certain Copepods in Japan Sea and Mutsu Bay

小久保清治　S. KOKUBO.

The ecology of Calanus plumchrus and Calanus cristatus of Japan Sea and Mutsu Bay was studied and compared. These two Copepods are regular frequenters of Mutsu Bay, and migrates from Japan Sea into Mutsu Bay during April- May. The present result, however, seems to show that at the time of the present collection (March 18th, 1950) C. plumchrus has been accomodated yet in great depth in Japan Sea, whereas C. cristatus already began upward mi ration, the migration of the latter species seems to take place a little earlier than that of the former.

日本海には二種類の重要な橈脚類を産する。其の一は Calanus plumchrus で其の二は Calanus cristatus である。両種共形態が大きく量的にも多いので，其の重要性は早く佐藤氏 (1913)，中居氏 (1942)，元田氏 (1944) (1949) 等によつて認められる所である，尙ほ此の両種に就ての特別の興味は之等の成体が久しく発見されなかつた事であるが，近來田中氏 (1938) は C. cristatus の成体を相模湾の深部から発見し，C. plumchrus に就ては上記中居氏，同元田氏等によつて其の成体が或程度まで観察されるに至つた。

陸奥湾には毎年四五月頃此等両種特に C. plumchrus が多く出現する (小久保 1948)。而して年によつては其の数量に驚く可きものがあり，本種が陸奥湾の生産力の上に非常に重要な意義を有する事がわかる。本種は本来外洋深海性のもので，四五月に対馬海流によつて湾内に入り来るものであるので，陸奥湾に於ける本種の出現期は恐らく日本海に於ける本種の深海からの浮上期に関係するものと思われる。依つて筆者は今回龍飛岬西方 30 海里の日本海で深層からの垂直採集を行い上記両種の生態の比較研究を試みた。

今回の採集は青森県鰺ヶ沢水産試験場長木村彰正氏の協力を得て，同試験場試験船白鷗丸上で技官今久則氏によつて昭和二十五年三月十八日午前七時から行われた。採集地点は青森県龍飛岬眞西 30 海里深度約 1200—1300 m の所である。尙お標本は今回の採集標本以外に兼ねて同試験場に採集保存された同地点の標本も木村場長の好意により本研究の爲めに提供され，之によつて得る所は頗る大であつた。玆に特記して両氏に感謝の意を表する。

### 〔1〕 採集と標本

採集は当初 0—1000 m の間に行う予定であつたが，操作上の都合で実際に行われたのは 0—620m の間であつた。採集に用いたネットはヘンセン型，ミュラーガーゼ No. 13 の定量採集網で，口径 20cm，網の主部最大径 45 cm，ガーゼ部の長さ 64 cm のものであつた。此の網の網口面積は 314 $\overline{cm^2}$ であるから網口の通過した水柱の容積は約 19 $\overline{m^3}$ である。

採集された標本は総容積約 15 cc，大部分動物性プランクトンから成る立派な標本で，外見的には

(昭和 25 年 5 月 1 日受理)

Sagitta, Calanus, Aglantha 等の大形プランクトンが目立ち硅藻類も存在したが其の量は極めて少かつた。

〔2〕 プランクトンの種類

此の採集で採集されたプランクトンの種類は別表に示す通り総て 44 種類で，其のうち動物性プランクトンは 29 種類，硅藻類は 15 種類であつた。動物性プランクトンとして種類及び数量から最も重要なのが甲殻類であり，此のうち橈脚類が 11 種，他の端脚類裂脚類等が 4 種類であつた。甲殻類以外のものとしては毛顎類，尾蟲類，水母類，軟体類，原生動物等があり，之等のうちで重要なものは

日本海龍飛岬西方 30 海哩の地点のプランクトン
（採集期日一昭和二十五年三月十八日）

| No. | 種　名 | 数量 |
|---|---|---|
| 1 | Calanus cristatus | 13 |
| 2 | C. plumchrus | 2 |
| 3 | C. helgolandicus | 3 |
| 4 | Eucalanus bungii | 15 (30) |
| 5 | Paracalanus pavus | R |
| 6 | Euchaeta japonica (young) | 15 |
| 7 | Metridia lucens | 40 |
| 8 | Gaidius brevispinus | 1 |
| 9 | Microsetella norwegica | RR |
| 10 | Oncaea sp. | RR |
| 11 | Caoycaeus anglicus | RR |
| 12 | Euphausia sp. | 1 |
| 13 | Themisto abyssorum | 5 |
| 14 | Vibilia sp. | 8 |
| 15 | Conchoecia elegans ? | 100 |
| 16 | Sagitta elegans | 9 (15) |
| 17 | Oikopleura longicauda | R |
| 18 | O. labradoriensis | RR |
| 19 | Aglantha digitalis | 5 |
| 20 | Muggiaea atlantica | 1 |
| 21 | Muggiaea sp. ? | 5 |
| 22 | Limacina helicina | 1 |
| 23 | Clione limacina (larva) | 1 |
| 24 | Pelagobia sp. | RR |
| 25 | Challengeron sp. | RR |
| 26 | Ceratium bucephalum v. heterocamptum | RR |
| 27 | Peridinium sp. | RR |
| 28 | Parafavella faceta | RR |
| 29 | Nauplius (copepoda) | RR |
| 30 | Biddulphia sinensis | R |
| 31 | Chaetoceros constrictus | R |
| 32 | Ch. convoltus | RR |
| 33 | Ch. debilis | RR |
| 34 | Ch. decipiens | RR |
| 35 | Ch. teres | RR |

| No. | 種　名 | 数 量 |
|---|---|---|
| 36 | Coscinodiscus concinnus | RR |
| 37 | Cosc. excentricus | RR |
| 38 | Cosc. gigas | RR |
| 39 | Cosc. Grani | RR |
| 40 | Cosc. radiatus | RR |
| 41 | Nitzschia seriata | RR |
| 42 | Rhizosolenia hebetata f. semispina | RR |
| 43 | Rhiz. setigera | RR |
| 44 | Skeletonema constatum | RR |

（括弧内の数字は幼体数を示す）

Sagitta, Oikopleura, Aglantha, Muggiaea 等であつた。以上のうち大型プランクトンとして肉眼的に特に目立つものは Sagitta elegans, Calanus cristatus, Eucalanus bungii, Themisto abyssorum, Aglantha digitalis, Muggiaea atlantica 等の六種であつた。

次に硅藻類は上述の如く 15 種類であるが，之等のうち稍や多いのは Biddulphia sinensis と Chaetoceros constrictus だけで，他は極めて少く，之を要するに硅藻類は全部としてもプランクトンの容積に影響する程の数量ではなかつた。

## 〔3〕 考　　察

### (一) Calanus plumchrus の生態

本研究の才一の目的は三月頃の日本海に於ける C. plumchrus の生態観察であつた。中居氏 (1942) によれば本種の成体は殆ど日本海到る所の 300—1000 m の層に多数に棲息していると云われる。筆者 (1949) の久しい間の研究によるに本種は四五月に陸奥湾に多量に出現するので，本種の日本海に於ける浮上期は凡そ三四月頃であろうと考えられた。此の点からして今回の三月下旬の深層採集には，恐らく成体を含む多数の個体が得られる事と予想したのである。然し実際の結果は別表の如く C. plumchrus は頗る少く，然も得られた個体は例年陸奥湾で見るものと同程度の雌の幼体のみで，全く期待に外れた。また今回の採集は 620 m から表面までの採集であるから，本種の生態が中居氏 (1942) の云われる通りであるとすれば少数の成体ぐらい得られそうなものであつたが此の点も期待外れであつた。

然るに別に鰺ケ沢水産試験場で採集保存された同地点，昭和二十四年度五月十四日，0—300 m の標本には多数の本種が発見され，また丁度此の頃には筆者 (1949) の陸奥湾での研究にも多数に本種を発見したから，此の点から見ると今回の三月十八日は恐らく本種の浮上期より少し早過ぎたものと思われる。つまり本種の浮上期は恐らく四月初中旬の頃で此の当時の棲息層は 1000 m 以深にある。しかし一度浮上すると案外早く陸奥陸奥湾に入り来るものではないかと思われる。

陸奥湾で筆者が 1946—1949 の四ケ年間精しく観察した所によると，本種は 1946 年に最も多く，1949年が之につぎ，他の二年間は少かつた。季節的に精しく見ると本種は四五月の盛期を過ぎると湾外に退去し，六七八の三ケ月間は全く影を見せず，秋九月以後は極く少数に二月頃まで出現する。之から少し途断え四五月に再び盛に出現する。然し之に対して水産試験場保存の八月二十五日（昭和二十四年）龍飛岬西方 120 海哩 0—120 m の標本を見ると，之には多数の本種が発見される。之は恐らく日本海での此の頃の棲息層は 100 m 以深にある為め三四十米の浅い陸奥湾には入つて来ないと云う事が此の様な違いの原因になるのであろう。

### (二) Calanus cristatus の生態

C. cristatus の陸奥湾に於ける出現は C. plumchrus と同時期の四五月であるが，其の数量は後種に比べると少く年によつては全く見られない事もある。此の点からして本種は今回の採集でも C. plumchrus よりは少かる可く予想したのであるが，結果は反対で個体数 13 個もあり，総容積 15 cc の中では大形プランクトンとして顕著な存在であつた。相模湾での田中氏（1938）の採集では 0—1000 m の採集で成体が発見されたのであるが，本研究の 620 m からの採集では標本は普通に陸奥湾で見られる程度の幼体で，成体は全く発見されなかつた。日本海北部では水温は太平洋岸より冷たいのであるから，多少上層にも居るであろうと考えられたが，本種の如く大形で運動の活潑なものはやはり相当深くまで下降しているものであろう。

田中氏（1938）採集のものは ♀ 体長 8.4—9.3 mm で成体であつたが，陸奥湾産は昭和二年度の標本では ♀ 8.8—10.0 mm で悉く幼体であつた。今回の日本海の標本は 9.1—10.0 で平均 9.46mm で之亦悉く幼体であつた。相模産との此の体長の差違は恐らく動物性プランクトンが北方に大きく南方に小さいと云う通則に従つているものであろう。今回採集の標本の平均大のもの 10 尾につき体重を測定すると平均濕重 30 mg，乾重 5.5 mg を示した。

以上の様に今回の採集では本種も成体は発見されなかつたが，径 20 cm のネットの採集としては個体数は少くないと云う可きであろう。之から考えると此の時期は最早や本種の浮上期になつていたものゝ如くで，若し然りとすれば本種の浮上期は C. plumchrus のそれよりも早いのかも知れない。

### （三） Eucalanus bungii の生態

本種は本邦北海に産する最も普通のEucalanusで早く佐藤氏(1913)によつて北海道から E. elongatus? として報告されたものであるが，後田中氏（1935）の研究で本種は E. elongatus var. fungü である事がわかつた。然し elongatus との差違が著しい事から本種は別個の種類とす可きである事が述べられた。それに則つてか森氏（1937）は之を E. gresbrechti と命名した。然し Johnson 氏（1939）は森氏が Giesbrecht の旧変種名を使用しなかつた事の誤りから，本種は E. bungü とす可きであると述べている。之は動物分類の規則上正しい事であるから今後本種は E. bungü とせらる可きであろう。

本種は今回の採集では C. cristatus よりも多く，成体 15，幼体 30 個体が発見された。体長は従来の本種の記録に比較して頗る大きく，最小 5.8 mm，最大 8.3 mm で体重は最大のものは濕重約9mg を示した。本種の最大の体長は C. cristatus と大差はないが，体重に至つては本種の 9 mg に対し，C. cristatus は 30 mg を有し，著しい差違を示している。尚お本種は其の外観無色透明で大部分が水分らしく見えるが，筆者の嘗ての測定では濕重平均 7 mg，乾重 1 mg 即ち歩留り 14% であつた。之に対して C. cristatus の方は見るからに内容質実で歩留りは前述の如く 18.3% であつた。両種の間に栄養的に見て可なりの違いのある事がわかる。

本種は陸奥湾では C. plumchrus や C. cristatus と共に例年四，五月に出現する。其の数量は之等二種程多くはないが C. cristatus よりは定期的で，C. plumchrus の出現する場合は多かれ少かれ，必ず出現する。数量が少いので季節的関係は明かでないが，恐らく C. plumchrus のそれと大差ないものであろう。今回の採集では比較的多く C. cristatus と共に発見されたが，之等の関係から見ると其の生態も C. cristatus に似たものであろう。勿論本種は成体も上層で発見されるものであるから，前二種の様に深海性ではないのであろう。然しやはり多少浮上期と云うものもあつて四五月が恐らくそれにあたるものであろう。

### （四） Metridia lucens の生態

本種は本来寒海性のもので Bigelow(1926)によれば北大西洋では北極海までは達しないが，Murman

海から Greenland 海まで分布し，米国大西洋岸の Maine 湾では季節的には冬春に多い。本種の垂直分布は頗る深く 2000 m まで分布する。然し正常分布は必しも深海ではなく，上層にも産するが極く上層には甚だ少く，100 m 以深に多い様である。Esterley (1912) によれば本種は晝夜による垂直運動の頗る著しい種類で，夜間は表面に来るが日中は 200—300 尋の下層にあると云われる。

今回の日本海の採集では個体数は 40 個に達し他の何れの種類より多かつた。然し形態が小さいので容積にもあまり關係せず目立たぬ存在であつた。上述の様に本来深層に多いが C. cristatus や C. plumchrus 程深海性ではなく，恐らく 630 m の採集が丁度本種の多い層を通過したので，斯く多数に採集されたものであろう。

陸奥湾では本種は比較的少く其の分布は筆者 (1949) の研究では，湾口から青森湾へかけて外洋水の入つて来る稍や深い区域の一帯に多い。従つて陸奥湾でも東半部の野辺地湾方面には分布しない。之は本種が深層性である爲め 40 m 以浅の浅海には棲息出来ない爲めと思われる。期節的には寒期性で春期 C. cristatus, C. plumchrus, Sagitta elegans 等と共に湾内に入り来り，他の時期には極めて少いか，又は全く見られない。唯だ湾口部から津軽海峡に出ると夏期にも採集される。本集の分布は大体に於て水温よりも水深に関係する様である。

## (五) 其の他の橈脚類の生態

今回採集された橈脚類中で以上の四種の外に注目す可きものは Gaidius brevispinus と Euchaeta japonica の二種である。

Gaidius brevispinus は Aetideus 属 Chiridius 属等に近い属で，Calanidae のものであるが，我邦近海としてはあまり普通なものではなく，恐らく本邦としては今回の採集が始めての事であろう。今回は唯一尾の ♀ か発見されただけで体長 3.9 mm，体色は体の中央線に添うて赤黄色不透明に着色し赤褐色の油粒が多く存在する。他の部分は C. plumchrus などの様に全く透明である。形は前体部が比較的大きく，頭と才一胸節とは癒合し，後体部は小さい。才一触角は割合に短く，口器は概して弱小で，才一乃至才四の游泳肢の内葉節数は 1, 2, 3, 3 である。大西洋では本種は北洋，北極海などで全く寒海性であるが，従来の我邦の橈脚類研究に発見されて居らぬ事と，今回の 630 m 採集に始めて現われた事，また本種の近属が深海性である事などから推して垂直分布は可なり深いものであろうと思われる。

Euchaeta japonica は丸川氏 (1921) が C. plumchrus 等と共に日本海北部の，大体今回の採集地点に近い所から始めて発見命名した種類で，其の後森氏 (1937) と本種を太平洋面の地点から報告し，本種を太平洋及び日本海の寒流区域のものであるとしている。

今回の採集に出現したものは ♀ の成体が二個のみで他は何れも幼ないものであつた。丸川氏の採集では 400 尋からの採集でとられている。今回の採集も 630 m からの採集で得られたのであるし，陸奥湾には従来出現しない等の事からして本種も垂直分布は深いものと思われる。

## (六) 他の動物性プランクトン

橈脚類以外の動物性プランクトンとして大型顯著のものは Themisto abyssorum, Sagitta elegans, Oikopleura longicauda, O. labradoriensis, Aglantha digitalis, Conchoecia elegans (?) 等である。之等の何れも北方寒海性の種類であるが，特に Sagitta elegans, Oikopleura labradoriensis の如きは日本海北部産として著しいものと云う可きであろう。又著しい事は Conchoecia elegans (?) の多く出現した事で，本種が今回の大型プランクトンの中では個体数にして最も多い。

最後に硅藻類に就て一言附加すると，之も全部北方寒海性種で，Chaetoceros が五種類出たうち Ch.

constrictus の多かつた事も寒海性を示して居り，他の種類も Ch. decipiens を除いては皆寒海性種であつた。

## (七) 摘　要

本研究は陸奥湾に出現する Calanus plunchrus, C. cristatus の日本海北部（青森県西方）に於ける出現や分布の生態を知ろうとして行つた深部採集である。採集の結果によるに今回の三月十八日はC. plumchrus の浮上期には未だ早過ぎた様である。恐らく本種は四月初中旬の頃日本海北部に浮上し其の直後に陸奥湾に入り来るもの丶如くである。C. cristatus は陸奥湾に入り来る時期は大体 C. cristatus と同じ頃であるが，今回の日本海の採集で稍多く採集された所から見て，此の浮上期は前種より稍早いものらしく思われる。

今回の採集で以上両種の成体が得られるかと期待したが，620 m からの採集では之等は全く得られなかつた。此の目的の為めには少くとも 1000 m，或は其以深までの採集を行わねばならぬ事がわかつた。

## 文　献


(1) Bigelow, H. B. 1924. Plankton of the Offshore Waters of the Gulf of Maine (Bull. Bereau Fish., vol. 15, pt. II).

(2) Esterley, C. O. 1912. The Occurrence and Vertical Distribution of the Copepoda of San Diago Region, with particular Reference to nineteen Species (Univ. Calif. Publ. Zool., Vol. 9, No. 6, pp. 253—340).

(3) Johnson, W. J. 1939. The Study of Species Formation in certain Eucalanus copepods in the North Pacific (Proc. Sixth Pacific Science Congress, Vol. 3, pp. 565—568).

(4) 小久保清治, 1949. 陸奥湾のプランクトン（青森県水産資源調査報告）

(5) Marukawa, H. 1921. Plankton List and some New Species of Copepods from the Northern Waters of Japan (Bull. L'Inst Oceanog., No. 384, pp. 382—384).

(6) Mori, T. 1937. The Pelagic Copepoda from the Neighbouring Waters of Japan.

(7) 元田　茂. 1944. 海とプランクトン pp. 111—117.

(8) 元田　茂，竹内　勇. 1949. 春鰊食餌調査（昭和 23 年度）（北海道水産試験場研究報告才一号 pp. 32—44).

(9) 中居甚二郎. 1942. プランクトン資源（海洋の科学　才二巻才三号　pp. 45—52).

(10) 中居甚二郎. 1942. 朝鮮マイワシの漁況と海況（同誌同号　pp. 62—68).

(11) 佐藤忠勇. 1913. 浮游性橈脚類（其一）(北海水産試験場，水産調査報告才一册).

(12) 田中於菟彦. 1935. 相模湾の橈脚類 Fam. Eucalanidae I.（水産学会報　才六巻才三号　pp. 142—165).

(13) Tanaka, O. 1938. Note on Calanus cristatus Kröyer (Japanese Journal of Zoology. Vol. 7, No. 4, pp. 599—601).

昭和二十五年十月二十日印刷
昭和二十五年十月廿五日発行
第十六卷第 五 號
本號定價 80 圓
（送 料 別）
編集兼発行者 須 藤 俊 造
東京都中央區月島三號地東海區水產研究所內
発 行 所 日本水產學會
東京都中央區月島三號地東海區水產研究所內
振替口座 東 京 5 9 5 2 9 番
印 刷 者 河 原 義 隆
東京都杉並區清水町二一七
印 刷 所 河原印刷株式會社
東京都中央區日本橋兜町一ノ三
電話茅場町 (66) 3 1 4 1—9
発 賣 所 大 日 本 水 產 會
東京都中央區月島 3 號地
東海區水產研究所內